

NELISA SITA PIRES PICOLOTTO MARTIM

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE PROCESSAMENTO DA MANGA
(*MANGIFERA INDICA* L.) VARIEDADE *TOMMY ATKINS* DESIDRATADA**

CURITIBA
2006

NELISA SITA PIRES PICOLOTTO MARTIM

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE PROCESSAMENTO DA MANGA
(*MANGIFERA INDICA* L.) VARIEDADE *TOMMY ATKINS* DESIDRATADA**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia
de Alimentos, do Programa de Pós-Graduação
em Tecnologia de Alimentos, Setor de
Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a Dr^a Nina Waszczynskyj

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Lucia Masson

CURITIBA

2006

Martim, Nelisa Sita Pires Picolotto
Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica* L.) variedade *Tommy Atkins* desidratada / Nelisa Sita Pires Picolotto Martim. - Curitiba, 2006.
xv, 76 f. : il., grafs., tabs.

Orientadora: Nina Waszczynskyj
Co-orientador: Maria Lucia Masson
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos.
Inclui Bibliografia.

1. Manga.- 2. Desidratação. 3.Avaliação sensorial. I.
Waszczynskyj, Nina. II. Masson, Maria Lúcia. III.Título. IV.
Universidade Federal do Paraná.

CDD 634.655

Universidade Federal do Paraná
Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos

TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE PROCESSAMENTO DA MANGA (*MANGIFERA INDICA* L.) VARIEDADE *TOMMY ATKINS* DESIDRATADA

NELISA SITA PIRES PICOLOTTO MARTIM

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela banca avaliadora formada pelos Professores:

AVALIAÇÃO

Prof^a Dr^a Nina Waszczynskyj

Prof. Dr. Georges Kaskantzis Neto

Prof^a. Dr^a Viviana Cocco Mariani

CURITIBA

2006

Aos meus grandes amores:
Emerson , Genuino e Nely Vanessa

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre ao meu lado me guiando e abençoando em todos meus atos e decisões.

Ao meu marido Emerson Martim pelo interminável amor, compreensão, ajuda, carinho, incentivo e paciência.

Aos meus pais Genuino Picolotto e Nely Vanessa Pires Picolotto e sogros Aléssio Martim e Dirce Mendonça Martim, pelo amor, apoio e compreensão em todos os momentos de dificuldades.

Ao meu irmão Geancarlo Pires Picolotto e cunhados Camila Gênova Picolotto, Cristiane Martim Zúcollo e Rodolfo Zúcollo pelo apoio. Ao meu irmão Getuy Marcelo Pires Picolotto (*in memoriam*) pelos exemplos de vida e perseverança que sempre me inspiram.

À Prof^a. Dr^a. Nina Waszczyński pela orientação, amizade, conhecimento, apoio, incentivo, sugestões, dedicação, auxílio e muita paciência.

À Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Masson pela orientação, amizade, sugestões, apoio e conselhos.

Ao Prof. Dr. Georges Kaskantzis Neto pela amizade, sugestões e colaboração.

Aos Professores Dr. Renato João Sossela de Freitas, Dr^a. Sônia Maria Chaves Haracemiv, Paulo Fontoura pela atenção e colaboração.

A Prof^a. Dr^a. Viviana Cocco Mariani pela amizade, sugestões e atenção.

A minha amiga Giovana Longo que sempre esteve ao meu lado, desde a graduação e me incentivou a ingressar e estar concluindo este curso de pós-graduação.

A amiga Katielle Rosalva Vancik Córdova pelas longas e intermináveis horas de conversas e troca de idéias, pelo apoio, carinho e amizade.

A minha amiga Thais Martins Marcheze Tavares Bastos Gama pelas conversas, conselhos e carinho.

A amiga Érica Cristina Ramirez Baggio pela atenção, carinho, colaboração e amizade

A amiga Vanessa Haddad Kalluf pela amizade, cooperação e carinho.

A amiga Jocilene de Miranda Marques pela colaboração e ajuda.

Aos secretários Luciana Marques Correia e Paulo Roberto Krainski do PPGTA pela colaboração e amizade.

As Laboratoristas Helena de Lara Lucion e Maria Iverly Santos Rosa pela atenção e ajuda.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos pela chance oferecida.

Ao apoio financeiro da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior na realização deste projeto.

E muito obrigada também a todos que de alguma maneira cruzaram e colaboraram nesta minha jornada.

“Mangueira teu cenário é uma beleza
Que a natureza criou, ...
...Ó Mangueira, teu passado de glória,
Ficou gravado na história,
É verde-rosa a cor da tua bandeira,
Pra mostrar a essa gente,
Que o samba, é lá em Mangueira !”
(Enéas Brites da Silva e Aloísio Augusto da Costa)

“Da manga rosa quero o gosto e o sumo...”
(Alceu Valença)

As páginas da vida são cheias de surpresas...
Há capítulos de alegria, mas também de tristezas,
Há mistérios e fantasias,
Sofrimentos e decepções...
Por isso, não rasgue páginas e nem solte capítulos!
Não se apresse a descobrir os mistérios.
Não perca as esperanças,
Pois muitos são os finais felizes.
E nunca se esqueça do principal:
"NO LIVRO DA VIDA, O AUTOR É VOCÊ"
(autor desconhecido)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	XIII
RESUMO.....	XIV
ABSTRACT	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo Principal	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA	4
2.2 MANGA.....	4
2.3 PREPARO DAS MATÉRIAS PRIMAS	8
2.4 ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS	9
2.5 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE FRUTAS DESIDRATADAS	10
2.6 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA	12
2.6.1 Métodos para desidratação osmótica.....	14
2.6.2 Secagem	16
2.7 AGENTES OSMÓTICOS.....	16
2.7.1 Sacarose ou açúcar	17
2.7.2 Edulcorantes	17
2.8 CLORETO DE CÁLCIO	22
2.9 ACIDULANTES.....	22

2.10 CÁLCULO DA PERDA DE ÁGUA/GANHO SÓLIDOS.....	23
2.11 CINÉTICA DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	24
2.12 ATIVIDADE DE ÁGUA (A_w)	25
2.13 COR.....	26
2.14 ANÁLISE SENSORIAL	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1 MATERIAL.....	28
3.1.1 Matéria-prima	28
3.1.2 Soluções Desidratantes	28
3.1.3 Equipamentos	29
3.2 MÉTODOS.....	29
3.2.1 Caracterização da matéria-prima	29
3.2.2 Experimento	30
3.2.3 Métodos analíticos	33
3.2.3.1 Sólidos solúveis	33
3.2.3.2 pH	34
3.2.3.3 Umidade	35
3.2.3.4 Acidez total (ATT)	35
3.2.3.5 Açúcares totais e redutores	36
3.2.3.6 Atividade de água (a_w)	36
3.2.3.7 Determinação da cor	36
3.2.3.8. Relação Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável (SST/ATT).....	37
3.2.4 Análise Sensorial.....	37
3.2.4.1 Preparação das Amostras	37
3.2.4.2 Seleção de provadores	38
3.2.4.3 Análise Descritiva Quantitativa -ADQ	39
4. RESULTADOS	43
4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS.....	43
4.1.1 Matéria-prima	43
4.1.2 Produto Final.....	46
4.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA	50

4.2.1 Cálculo da perda de água, ganho de sólidos e perda de massa.....	50
4.2.1.1 Perda de água	50
4.2.1.2 Ganho de sólidos	52
4.2.1.3 Perda de peso	53
4.2.2 Cálculo do Coeficiente Efetivo de Difusão	55
4.3 SECAGEM.....	57
4.4 COLORIMETRIA	59
4.5 ANÁLISE SENSORIAL	62
5. CONCLUSÕES	64
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	65
REFERÊNCIAS	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - PRODUÇÃO E ÁREA CULTIVADA DE MANGA NO BRASIL NO PERÍODO DE 1999 -2004 –FAO (2005).	5
TABELA 02 – DOÇURA RELATIVA E VALORES ENERGÉTICOS DE ALGUNS EDULCORANTES E AÇÚCARES.	19
TABELA 03 – ATIVIDADE DE ÁGUA MÍNIMA PARA O DESENVOLVIMENTO DE ALGUNS MICRORGANISMOS.	25
TABELA 04 – CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS	31
TABELA 05 – ATRIBUTOS SENSORIAIS UTILIZADOS PARA AS AMOSTRAS DE MANGA DESIDRATADA.	40
TABELA 06 – TERMOS DESCRITIVOS, DEFINIÇÕES E MATERIAIS DE REFERÊNCIA UTILIZADOS NO TESTE DE ADQ.	40
TABELA 07 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS MANGAS VARIEDADE <i>TOMMY ATKINS</i> .	43
TABELA 08 - VALORES MÉDIOS DAS DETERMINAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MANGA VARIEDADE <i>TOMMY ATKINS IN NATURA</i>	44
TABELA 09 - VALORES MÉDIOS DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS MANGAS DESIDRATADAS E SECAS	46
TABELA 10 – AÇÚCARES REDUTORES, AÇÚCARES NÃO REDUTORES E AÇÚCARES TOTAIS DA MANGA <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADAS.	49
TABELA 11 – EQUAÇÕES DO AJUSTE, VALORES DE D_{EF} CALCULADOS	56
TABELA 12 – VALORES DE ATIVIDADE DE ÁGUA (A_w) APÓS A SECAGEM CONVECTIVA	57

TABELA 13- VALORES DOS PARÂMETROS DE COR DA MATÉRIA PRIMA E APÓS DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA	59
TABELA 14- VALORES DOS PARÂMETROS DE COR DOS TRATAMENTOS APÓS SECAGEM CONVECTIVA	59
TABELA 15 - MÉDIAS OBTIDAS NA AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS ATRIBUTOS TEXTURA, ACIDEZ E SABOR DOCE PARA A MANGA	62

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – VARIEDADES DE MANGA CULTIVADAS NO BRASIL	6
FIGURA 02 – APARÊNCIA DA MANGA VARIEDADE <i>TOMMY ATKINS</i>	7
FIGURA 03 –FLUXOS DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA	13
FIGURA 04 – ESTRUTURA DO SORBITOL	20
FIGURA 05 - ESTRUTURA DO ESTEVIOSÍDEO.....	21
FIGURA 06 – AMOSTRAS UTILIZADAS DE MANGA <i>TOMMY ATKINS</i>	28
FIGURA 07 – DIAGRAMA DE FLUXO PARA OBTENÇÃO DA MANGA OSMO-DESIDRATADA.....	30
FIGURA 08 – BALANÇA SEMI-ANALÍTICA.....	31
FIGURA 09 – SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	32
FIGURA 10 – SACO UTILIZADO PARA A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	32
FIGURA 11 – DISPOSIÇÃO DOS CUBOS DE MANGA PARA SECAGEM CONVECTIVA.....	33
FIGURA 12 – SECADOR DE LEITO FIXO E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO SECADOR CONVECTIVO	33
FIGURA 13 – REFRAATÔMETRO DE BANCADA	34
FIGURA 14 – POTENCIÔMETRO DIGITAL	34
FIGURA 15 – ESTUFA DE SECAGEM	35
FIGURA 16 – <i>AQUALAB</i> DIGITAL.....	36

FIGURA 17 – MODELO DE FICHA UTILIZADA NO TESTE TRIANGULAR PARA SELEÇÃO DE PROVADORES	38
FIGURA 18 – MODELO DA FICHA PARA O TESTE PAREADO UTILIZADA PARA SELEÇÃO DE PROVADORES	39
FIGURA 19 - MODELO DA FICHA PARA ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA	41
FIGURA 20 – TEORES DE UMIDADE E SÓLIDOS TOTAIS DAS MANGAS <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADAS	48
FIGURA 21 – PERDA DE ÁGUA (P_A) PARA MANGA TRATADA OSMOTICAMENTE COM SACAROSE (SAC), SORBITOL (SOR) E ESTÉVIA (STV).	51
FIGURA 22 – GANHO DE SÓLIDOS(G_S) PARA MANGA TRATADA OSMÓTICAMENTE COM SACAROSE (SAC), SORBITOL (SOR) E ESTÉVIA (STV)	52
FIGURA 23 – PERDA DE MASSA (P_P) PARA MANGA TRATADA OSMOTICAMENTE COM SACAROSE (SAC), SORBITOL (SOR) E STÉVIA (STV).....	54
FIGURA 24 – CINÉTICA DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	56
FIGURA 25 – AJUSTE PARA CÁLCULO DO COEFICIENTE EFETIVO DE DIFUSÃO (D_{EF})	56
FIGURA 26 - CURVAS DA ATIVIDADE DE ÁGUA DA SECAGEM CONVECTIVA DE MANGAS.....	58
FIGURA 27 – VALORES DE L^* - LUMINOSIDADE	60
FIGURA 28 – COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MANGAS DESIDRATADAS	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

a_w	Atividade de água
SST	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
ATT	Acidez Titulável Total (%)
FDA	Food and Drugs Administration
DO	Desidratação osmótica
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Alifins	Alimentos para Fins Especiais
P_A	Perda percentual de água (%)
G_S	Ganho percentual de sólidos (%)
P_P	Perda percentual de peso (%)
D_{ef}	Coeficiente efetivo de difusão de massa ($m^2.s^{-1}$)
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
P_0	Peso do fruto no tempo $t=0$, em gramas (kg)
P_t	Peso do fruto tratado no tempo t , em gramas (kg)
U_0	Umidade do fruto no tempo $t=0$ (%)
U_t	Umidade do fruto tratado no tempo t (%)
B_0	°Brix do fruto no tempo $t=0$ (°Brix)
B_t	°Brix do fruto tratado no tempo t (°Brix)
C_A	Concentração da espécie A
X_t	Umidade média no tempo t (%)
X_e	Umidade no equilíbrio (%);
X_0	Umidade inicial (%)
t	Tempo (s)
L	Dimensão característica (m)
STV	Tratamento com estévia
SAC	Tratamento com sacarose
SOR	Tratamento com sorbitol
CTE	Tratamento controle
p	pressão parcial de vapor da água no alimento (mmHg)
p_0	pressão parcial de vapor da água pura (mmHg)

RESUMO

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE PROCESSAMENTO DA MANGA (*MANGIFERA INDICA* L.) VARIEDADE *TOMMY ATKINS* DESIDRATADA

O objetivo desse trabalho foi estudar o processo de desidratação do fruto manga (*Mangifera indica* L.) variedade *Tommy Atkins* previamente adoçado com edulcorantes ou agentes de corpo. O pré-tratamento osmótico em conjunto com a secagem convectiva é um método que visa obter frutas com melhor estabilidade de cor, textura e aumento da vida de prateleira. A manga é uma fruta que possui pouca quantidade de fibra aparente e alto teor de açúcares. Para o pré-tratamento osmótico foram imersos cubos de manga (de 1 cm de aresta) em solução de sacarose a 50% (p/p), sorbitol a 50%(p/p) e adoçante composto com estévia a 50%, na proporção amostra/solução de 1:3 (p/p), a 50°C durante duas horas. Em seguida as amostras foram desidratadas em estufa a 60°C até atividade de água entre 0,6 e 0,7. A avaliação sensorial foi realizada por teste de análise descritiva quantitativa. Nas determinações físico-químicas verificou-se que as mangas se encontravam adequadas ao processamento. Os produtos pré-tratados com sacarose tiveram uma redução média de 17,72% no teor de umidade e o tratado com sorbitol uma redução de 15,72% enquanto o tratamento osmótico com estévia foi de 1,15%, o que não representou redução significativa da umidade. Analisando as cinéticas de desidratação osmótica observou-se que a redução de massa foi proporcional à retirada de água, sendo os valores de perda de água superiores aos da perda de massa, e que a manga tratada com sacarose incorporou mais sólidos que a tratada com sorbitol. Nas condições estudadas foi observada uma tendência favorável ao uso do sorbitol como agente desidratante, visto que foi mais eficiente na retirada de água das amostras do que a sacarose. Após a secagem houve um decréscimo médio de 55% da umidade da amostra tratada com sacarose e 56% da com sorbitol em relação a fruta *in natura*. Os valores de coeficiente de difusividade efetiva se mantiveram na mesma ordem de grandeza. No final do pré-tratamento e da secagem houve uma maior tendência ao escurecimento, redução do valor L^* em relação às mangas *in natura*. A análise sensorial mostrou diferença entre as amostras no parâmetro sabor doce o mesmo não ocorrendo para a acidez e textura que foram iguais estatisticamente.

ABSTRACT

STUDY OF CHARACTERISTICS OF PROCESSING OF MANGO (*MANGIFERA INDICA* L.) VARIETY TOMMY ATKINS DEHYDRATED

The objective of this work was to study the process of dehydration of the fruit mango (*Mangifera indica* L.), variety Tommy Atkins, previously sweetened with artificial sweeteners or agents of body. The osmotic pre-treatment together with the convection drying is a method that aims at achieving fruits with better stability in respect of color, texture and increase of shelf life. The mango is a fruit that possesses some fiber and a high content of sugars. For the osmotic pre-treatment the mango cubes (of 1 cm of edge) have been immersed in solutions of saccharose 50% (w/w), sorbitol 50% (w/w) and sweeteners with stevia in the ratio sample/solution of 1:3 (w/w), at 50°C during two hours. After that the samples have been dehydrated in a desiccating chamber at 60°C until water activity between 0,6 and 0,7. The sensory evaluation was made by quantitative descriptive analysis. In the physico-chemical determinations it was verified that the mangos were adequate to processing. The products pre-treated with saccharose have had an average reduction of 17,72% in the humidity level. The ones treated with sorbitol showed a humidity reduction of 15,72%, while the osmotic treatment with stevia showed 1,15%, this last one not representing a significant humidity reduction. By analyzing the kinetic of osmotic dehydration it was observed that the weight reduction was proportional to the water withdrawal, being the values of loss of water superior then the ones of loss of weight, and that the mango treated with saccharose incorporated more solids than the one with sorbitol. In the conditions studied, a favorable trend to the use of sorbitol as a dehydrating agent was observed, since it was more efficient in the water withdrawal than saccharose. After the drying there has been an average decrease of 55% of the humidity of the sample treated with saccharose and 56% of the one with sorbitol in relation to the weight of the fruit in natura. The values of coefficient of effective diffusivity remained in the same order of magnitude. At the end of the pre-treatment and drying, there was a bigger tendency to browning reduction of value L^* in relation to mango in natura. The sensory analysis showed significant difference between the samples in the attribute sweet flavor. For acidity and texture there was no significant difference.

1. INTRODUÇÃO

O mercado para produtos destinados a dietas especiais vem aumentando nos últimos anos e por isso o desenvolvimento de novos processos e produtos nesta área vem sendo ampliado e valorizado, tanto pelas indústrias como pelos consumidores.

A produção de derivados de frutas no Brasil se concentra em sucos e polpas e as frutas adoçadas desidratadas são, em sua maioria, produzidas com uso de sacarose, não existindo uma opção com o uso de edulcorantes para dietas restritivas.

A tecnologia de desidratação osmótica, por ser um método de redução parcial da umidade, vem sendo muito utilizada como pré-tratamento para a secagem convectiva e tem se mostrado viável na produção de frutas desidratadas adoçadas.

A finalidade deste trabalho foi estudar a desidratação osmótica utilizando como agente osmótico sacarose e edulcorantes avaliando o produto final quanto ao seu sabor. A fruta escolhida para o estudo foi a manga.

A manga variedade Tommy Atkins é um fruto que possui características adequadas ao processamento e tem boa aceitação no mercado nacional e internacional, sendo também uma variedade muito produtiva.

1.1 JUSTIFICATIVA

A comercialização de frutas processadas vem aumentando no mercado brasileiro, em virtude da melhoria da qualidade dos produtos ofertados, do maior número de pessoas morando sozinhas, do aumento de renda e da maior facilidade proporcionada pelos produtos já prontos para o consumo, muitas vezes até importados. Desta forma, sucos prontos para beber, frutas minimamente processadas e outros alimentos industrializados têm recebido a preferência do consumidor (FERRAZ; SILVA; VILELA, 2002).

Existem as frutas desidratadas com e sem adição de açúcares e este trabalho estuda as características do processamento da manga desidratada impregnada com sacarose ou edulcorantes, proporcionando que pequenas indústrias possam aumentar o seu catálogo de novos produtos, e consequentemente agregando valor à fruta *in natura*.

A escolha deste tema deve-se ao fato de haver poucas opções de frutas desidratadas adoçadas e principalmente a falta da opção da fruta impregnada com edulcorantes .

A secagem de frutas é uma tecnologia que já vem sendo constantemente estudada para a obtenção de produtos de melhor qualidade e menor tempo de processamento. A desidratação ou impregnação osmótica é muito utilizada como pré-tratamento a outros processos com a secagem convectiva, congelamento, liofilização, e esse tratamento também traz como vantagem uma boa conservação dos atributos sensoriais como cor, sabor e textura.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Principal

Estudar o processo de desidratação do fruto manga (*Mangifera indica* L.) variedade *Tommy Atkins* previamente impregnada com edulcorantes e/ou agentes de corpo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estudar o processo de desidratação osmótica para a manga utilizando como agente osmótico edulcorantes;
- Avaliar as características físicas e químicas (pH, sólidos solúveis totais, umidade, entre outros) da matéria-prima e do produto final;

- Determinar a perda de massa, ganho de sólidos e perda de água na desidratação osmótica;
- Determinar o coeficiente efetivo de difusão na desidratação osmótica;
- Avaliar as alterações de cor após a desidratação osmótica e a secagem convectiva;
- Avaliar a variação da atividade de água durante a secagem convectiva;
- Avaliar as características sensoriais do produto final.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA

As frutas tropicais são de grande interesse para a indústria de alimentos, principalmente devido ao sabor e aroma característicos (RIBEIRO, SABAA-SRUR, 1999). A manga, exemplo típico de fruta de regiões tropicais, não era até 1994 explorada industrialmente, embora apresente grandes possibilidades (CARDELLO, MORAES, CARDELLO, 1993/94).

A secagem precedida de tratamento osmótico é uma técnica comumente utilizada na industrialização de alimentos e baseia-se na redução da água disponível. Tem sido apontada por vários autores como uma alternativa econômica e segura para a conservação de produtos alimentícios (BRANDÃO *et al.*, 2003).

A produção de alimentos de umidade intermediária tem sido indicada especialmente para os países em desenvolvimento, pois requer tecnologias simples, gerando produtos bastante estáveis sob condições de ambiente, além da economia de energia e baixo capital de investimento (BRANDÃO *et al.*, 2003).

2.2 MANGA

A manga é uma fruta tropical que é inclusive cantada como na música “Morena Tropicana” do cantor Alceu Valença que em sua estrofe inicial diz: “Da manga rosa quero o gosto e o sumo...” e também a árvore produtora deste fruto tão apreciado é homenageada por uma escola de samba: a Mangueira que tem seu hino escrito por Enéas Brites da Silva e Aloísio Augusto da Costa e diz: “Mangueira teu cenário é uma beleza que a natureza criou,... Ó Mangueira, teu passado de glória, Ficou gravado na história, É verde-Rosa a cor da tua bandeira, Pra mostrar a essa gente, Que o samba, é lá em Mangueira!”.

Sendo então a manga um “fruto inspiração” para a arte musical, porque não trabalhá-la como matéria-prima de uma pesquisa visando um produto que realce seu sabor doce tão característico.

A manga (*Mangifera indica* L.) pertence à família *Anacardiaceae* e figura entre as frutas tropicais de maior expressão econômica nos mercados brasileiro e internacional (BRANDÃO *et al.*, 2003). É uma fruta com grande quantidade de polpa, de tamanho e formato variável, aroma e cor muito agradáveis que faz parte do elenco das frutas tropicais de importância econômica não só pela aparência exótica, mas também por ser uma rica fonte de carotenóides e carboidratos (TASSARA, SILVA, GOMES, 2004; BRANDÃO *et al.*, 2003; SANTOS, 2003).

O Brasil está entre os principais países produtores de manga do mundo e sua produção em 2004 chegou a 845 mil toneladas. Em 2000 o Brasil produziu 538 mil toneladas e desse total, exportou-se 94 mil toneladas o que representou 17,4% da produção brasileira, os 82,6% restantes da produção ficou para a comercialização e consumo no mercado interno brasileiro (PINTO, 2002; FAO, 2005), conforme indica a tabela 01.

TABELA 01 - PRODUÇÃO E ÁREA CULTIVADA DE MANGA NO BRASIL NO PERÍODO DE 1999 -2004 –FAO (2005).

Manga no Brasil	Ano					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Produção (Mt)	456,465	538,301	782,308	842,349	845,000	845,000
Área Cultivada (Ha)	61,213	67,590	67,226	66,676	67,000	67,000

Assim como ocorre com a maioria das frutas, a aparência da manga é o fator mais importante para a sua comercialização, conforme demonstrado pelos consumidores que preferem mangas vermelhas (GUERREIRO, CAVALCANTE; MACEDO, 2001).

A manga é uma das frutas tropicais que compõem a dieta alimentar da classe média e alta brasileira com um consumo médio per capita da ordem de 57 kg.ano⁻¹. Existem aproximadamente 40 espécies de manga distribuídas em países tropicais e subtropicais . Segundo SUGAI (2002) no Brasil são cultivadas diferentes variedades de manga como a *Bourbon*, Espada, Coqueiro e Ouro e outras de ampla aceitação

no mercado como *Tommy Atkins*, *Haden*, *Keitt*, *Palmer*, ver figura 01. Em relação ao consumo, a preferência do consumidor é por um fruto com baixa acidez, altos teores de sólidos solúveis e ausência de fibras (TASSARA, SILVA, GOMES, 2004; SUGAI, 2002; PINTO, 2002; SANTOS, 2003; NASCENTE, 2003).

FIGURA 01 – VARIEDADES DE MANGA CULTIVADAS NO BRASIL



Fonte: Toda Fruta, 2003b

A variedade norte-americana *Tommy Atkins* (figura 02) tem boa aceitação no mercado nacional e internacional. A comercialização desta manga no mercado brasileiro representa 79% da área plantada e o bom rendimento físico e boa resistência ao transporte a longas distâncias são os principais atributos a seu favor. É uma variedade bastante produtiva, daí ser eleita pelos produtores para seus plantios, apresenta ausência de fibras e é pobre no atributo sabor se comparada com outras variedades (PINTO, 2002; GUERREIRO, CAVALCANTE; MACEDO, 2001).

A variedade *Tommy Atkins* apresenta frutos com aproximadamente 12 cm de comprimento, 10 cm de largura, 9 cm de espessura e pesando de 400 a 700 g. A sua forma é oval-oblonga, de ápice arredondado, com pedúnculo inserido na região central. A casca é grossa, lisa, de cor amarelo-alaranjada, com manchas que podem ser vermelho-claro ou escuro. É resistente ao transporte e armazenamento. Durante estágio de maturação “de vez”, o fruto apresenta coloração arroxeado-púrpura e

quando maduro, vermelho-amarelo-brilhante. A polpa de cor amarelo-escura, de textura firme e consistente, com fibras finas e abundantes, corresponde a 80% do peso do fruto e tem 15% de sólidos solúveis (TODA FRUTA, 2003a; SANTOS, 2003).

FIGURA 02 – APARÊNCIA DA MANGA VARIEDADE TOMMY ATKINS



Fonte: BELA ISCHIA, 2004, Toda Fruta, 2003a

O consumo da manga no Brasil se dá na forma *in natura*. A falta de pessoal treinado e de infra-estrutura para sua comercialização e conservação, tem gerado uma perda em torno de 30% da produção e, em alguns casos, podendo atingir 50% (PINA, MAIA, SOUZA FILHO, 2003).

A composição química da manga varia com as condições de cultura, variedade, estágio de maturação, mas em geral, a fruta *in natura* tem um alto teor de sólidos solúveis totais, pobre em fontes de minerais e o conteúdo de açúcares é alto se comparado a muitas frutas (SANTOS, 2003).

A porcentagem de SST na manga varia de 6,65 a 21,9%, dependendo do cultivar e do estágio de maturação do fruto. Algumas variedades apresentam teores mais baixos como a *Tommy Atkins*, com aproximadamente 12,0% no início da maturação (COCOZZA, 2003).

BRANDÃO e colaboradores (2003) analisaram a manga *in natura* da variedade Coité e encontraram pH igual a 3,6; ATT(%ácido cítrico) de 0,61; SST(°Brix) igual a 16,0; umidade 83,03%; açúcar total 12,2%; açúcares redutores

3,8 (% glicose) e atividade de água (a_w) de 0,982; esses valores são similares aos encontrados por PINA, MAIA e SOUZA FILHO (2003) para a mesma variedade, pH igual a 3,6; ATT(%ácido cítrico) de 0,525; SST(°Brix) igual a 22,0; umidade 83,03%, açúcar total 16,6%2, açúcares redutores 5,03 (% glicose) e atividade de água (a_w) de 0,970.

A manga tem a respiração celular de forma intensa e com isso, sua deterioração é mais rápida, o que dificulta a comercialização de toda a safra da fruta *in natura*, sendo a industrialização uma alternativa para o excedente de produção, além de possibilitar o consumo da fruta na entressafra (SUGAI, 2002).

Para o processamento de frutas cristalizadas e desidratadas, a qualidade inclui as seguintes características: variedade adequada com fibras curtas, teor de sólidos solúveis totais (SST) conhecido, tamanho e forma, sabor, aroma e textura característicos (CRUESS, 1973a; BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992; SOLER *et al.*, 1995).

Para industrialização da manga é desejável que os frutos tenham peso superior a 200 g, visando bom rendimento em polpa e um pH inferior a 4,3 é desejável, porque proporciona uma maior resistência ao crescimento de microorganismos patogênicos no produto final (SANTOS, 2003).

2.3 PREPARO DAS MATÉRIAS PRIMAS

As frutas antes de serem processadas precisam passar por algumas etapas de pré-tratamento como recepção, lavagem, seleção, descascamento, corte, branqueamento entre outras.

Na recepção das frutas deve-se agrupá-las segundo critérios pré-definidos como: tamanho, consistência, estado de maturação semelhante etc.

A lavagem das frutas com água, muitas vezes clorada, pode ser por imersão, porém a água de lavagem deve ser trocada constantemente (CRUESS, 1973a).

Muitas frutas devem passar por uma etapa de cocção com o objetivo de tornar a polpa da fruta mais macia e destruir enzimas e os principais catalisadores

químicos que provocam coloração indesejável. No caso de frutas muito tenras, adiciona-se sais de cálcio na água de aquecimento (JACKIX, 1988).

O xarope ou solução para desidratação deve apresentar as seguintes características: permanecer líquido e transparente mesmo no final do processo; deve ser claro e não caramelizar, para evitar escurecimento da fruta (JACKIX, 1988).

2.4 ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS

Saúde e estética são preocupações que estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. Esta tendência, aliada às novas tecnologias de qualidade e sabor, fez surgir um mercado para os produtos *diet* e *light*. Este mercado vem aumentando ano a ano (PORTO, 2002).

Em janeiro de 1998, quando o Ministério da Saúde, através da Secretaria de Vigilância Sanitária, publicou a definição dos Alimentos para Fins Especiais – Alifins. De acordo com a determinação, os alimentos *diet*, especificados pela Portaria 29/98, são aqueles que foram destituídos de pelo menos um de seus ingredientes constantes da composição original. Assim, o *diet* pode ser um alimento sem açúcar, mas pode também ser, de forma alternativa ou concomitante, sem gordura, sal ou proteína (PACHIONE, 2003).

Os alimentos *light*, segundo a Portaria 27/98, são aqueles cujas formulações apresentam uma redução de 25% em algum de seus componentes, sendo assim, *light* não é um alimento isento de um de seus componentes, como alguns consumidores pensam (PACHIONE, 2003).

O mercado *diet/light* a cada ano mostra-se mais promissor, apresentando índices de crescimento da ordem de 10% ao ano, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos (Abiad) (HOFF, 2002; PACHIONE, 2003).

2.5 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE FRUTAS DESIDRATADAS

As frutas são alimentos perecíveis, com um alto teor de umidade, vitaminas, sais minerais e carboidratos. A técnica de desidratação osmótica propicia a queda das velocidades das reações químicas, enzimáticas e bioquímicas, responsáveis pela deterioração dos produtos (BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992; ANTONIO, 2002).

Entende-se por fruta seca ou dessecada o produto obtido pela perda parcial da água da fruta madura, inteira ou em pedaços, por processos tecnológicos (BRASIL, 1978).

Uma alternativa para a conservação de frutas é a saturação ou cristalização com açúcares. Esta técnica é um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos. O princípio do método consiste no aumento da concentração de sólidos nos frutos, substituindo a água por açúcares, como por exemplo sacarose. Pelo processo de osmose diminui-se a atividade de água reduzindo a deterioração do fruto (CRUESS, 1973b; BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

O processo de saturação com açúcar, conhecido há muito tempo, é vastamente utilizado como um método de conservação de tecidos vegetais, tais como: frutas, hortaliças, flores etc., para seu posterior aproveitamento em formulações de produtos industrializados, tais como: panetones, bolos, doces de confeitaria, bombons, sorvetes e pães especiais. Além disso, podem se destinar ao consumo imediato, como é o caso das frutas inteiras ou em pedaços grandes ou, ainda, fins medicinais, no caso das hortaliças, e ornamentação, no caso das flores (GROSSO, 1972; BILHALVA, 1976; ALMEIDA, 1980).

De acordo com GROSSO (1972), a origem de frutas cristalizadas ou saturadas com açúcares provavelmente encontra-se na China e Extremo Oriente, onde as frutas eram conservadas em açúcar, para serem consumidas nas épocas de entre-safra. Os romanos conservavam figos em mel e pêssegos em mel e vinho doce. Este trabalho era realizado por artesãos que guardavam sigilosamente as fórmulas (GROSSO, 1972; BILHALVA, 1976).

Nas últimas décadas, tem-se procurado explicar cientificamente as fórmulas artesanais de processamento de alimentos, para obter um melhor conhecimento dos fenômenos envolvidos. Isto tem evitado desperdícios, que causaram perdas financeiras, e aumentam a produção através da implantação de processos industriais, disponibilizando o produto com qualidade a um maior número de consumidores (BILHALVA, 1976).

No Brasil, é baixa a produção de frutas cristalizadas, são poucas as indústrias de grande porte que processam este tipo de produto de forma moderna. A maior parte da nossa produção fica a cargo dos pequenos produtores, que o fazem de forma artesanal (BILHALVA, 1976; ALMEIDA, 1980; SOLER, 1991; BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

Deste modo, a maioria das frutas cristalizadas comercializadas no Brasil apresenta uma aparência açucarada, cor esbranquiçada, formas e tamanhos irregulares e textura muito dura, ressecada e granulosa ou muito mole, com superfície exsudada. Estes fatores podem ser os responsáveis pelo baixo consumo de frutas tropicais cristalizadas. Estes defeitos citados acima são devidos, principalmente, a falta de controle do processo, a utilização excessiva de sacarose e a falta de informação sobre a otimização do processo (JACKIX, 1988).

O mercado consumidor interno consegue absorver toda a produção do Brasil. Em torno de 70% da quantidade de frutas cristalizadas produzidas são utilizadas por fabricantes de produtos de panificação e de confeitaria, nos quais as frutas cristalizadas fazem parte da formulação, o restante é destinado diretamente aos consumidores. Assim o Brasil não exporta frutas cristalizadas (BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

A pequena produção de frutas cristalizadas no Brasil se deve ao fato de que outros produtos como doces em massa, geléias, polpas, possuem um processamento mais simples e rápido e um mercado consumidor atrativo, fazendo com que as indústrias optem por estes produtos no lugar das frutas cristalizadas (BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

Fruta cristalizada ou glaceada é o produto preparado, atendendo as definições destes padrões, nas quais se substitui parte da água da sua constituição por açúcares, por meio de tecnologia de desidratação, recobrando-as ou não com uma camada de sacarose. Entende-se por fruta, para efeito destes padrões, todas as partes comestíveis para a obtenção do produto final. As frutas cristalizadas ou glaceadas são classificadas em simples ou mista. Simples quando são preparadas somente com um tipo de fruta e mista quando são preparadas com dois ou mais tipos (BRASIL, 1977; SOLER *et al.*., 1982, JACKIX, 1988).

As frutas cristalizadas devem ser translúcidas, túrgidas, com consistência uniforme, isentas de granulosidades, com superfície seca e não-áspera, cor e sabor agradáveis (JACKIX, 1988).

Diversas frutas podem ser cristalizadas e variam de acordo com a região em que o produto é processado. No nordeste brasileiro, a principal fruta conservada por cristalização é o caju, por ser típico da região e apresentar características físicas e químicas adequadas para o processamento. Em outras regiões, como nos Estados de São Paulo e Paraná, onde o cultivo de frutas é intenso e a diversidade é maior, dispõe-se de vários tipos para cristalização, tais como: figo, cidra, laranja (casca), manga, abóbora (BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

Na Ásia, a manga é geralmente preservada na forma desidratada, porém este fruto seco normalmente apresenta textura indesejável, cor pouco intensa, sabor alterado, além da perda do valor nutricional, o que reduz sua importância econômica (TEDJO *et al.*, 2002).

2.6 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

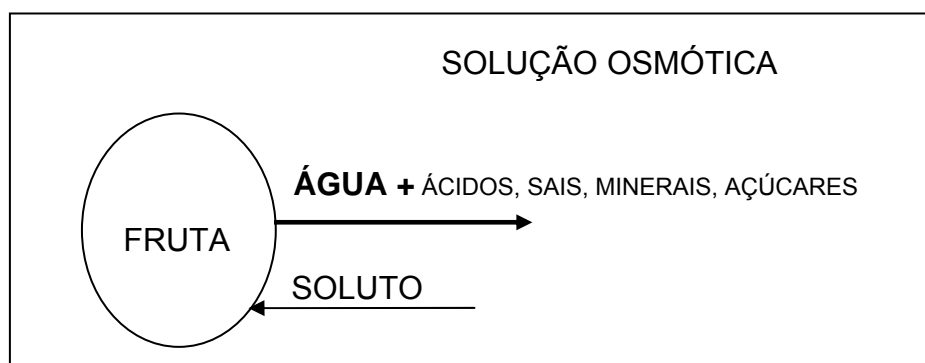
PONTING e colaboradores (1966) estão entre os primeiros a sugerirem a desidratação baseada no processo de troca osmótica. A desidratação osmótica (DO), também denominada impregnação ou saturação, é uma técnica usada para a concentração por remoção da água, de frutas inteiras ou em pedaços imersas em solução aquosa.

É uma técnica frequentemente utilizada como pré-tratamento, seguida por um tratamento complementar como secagem com ar aquecido, secagem a vácuo, congelamento, podendo levar a uma melhor qualidade sensorial do produto (MIZRAHI *et al.*, 2001; ANTONIO, 2002; ANGELINI, 2002).

A qualidade da desidratação osmótica depende de fatores como a concentração, o tipo de agente desidratante, a temperatura da solução, a pressão de trabalho, o tempo de imersão, a natureza das frutas e a área de superfície exposta à troca osmótica (MACCARTHY, 1986; TEDJO *et al.*, 2002; SANTOS, 2003).

A troca osmótica ocorre pelo estabelecimento de gradientes de concentração entre a solução e o alimento, ocasionando fluxos de massa em contracorrente onde a água flui para fora do alimento e simultaneamente ocorre a transferência do soluto da solução para o interior do alimento, ver figura 03. Com o fluxo de água pode ocorrer a transferência de alguns sólidos naturais do alimento, como açúcares, minerais, entre outros que muitas vezes é insignificante na análise da desidratação. (TEDJO *et al.*, 2002; ANGELINI, 2002).

FIGURA 03 –FLUXOS DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA



A perda de água durante a desidratação osmótica divide-se em duas etapas, no período inicial (aproximadamente 2 horas) ocorre alta taxa de remoção de água e em aproximadamente 30 minutos o elevado ganho de sólidos. Numa segunda etapa, de 2 a 6 horas ocorre um decréscimo da taxa de remoção de água. Em solução com concentração de 50 a 75% a remoção de água é geralmente da ordem de 40 a 70%

(p/p) e a incorporação de solutos de 5 a 25% (p/p) (TORREGGIANI, 1993; ANTONIO, 2002; ANGELINI, 2002).

A parede celular e o tipo de açúcar utilizado como agente osmótico podem influenciar no fenômeno de transferência de massa. O uso de um agente osmótico com maior peso molecular pode provocar uma diminuição no ganho de sólidos e o aumento na perda de água, favorecendo a perda de massa. Sacarídeos de baixo peso molecular como a glicose, frutose e sorbitol favorecem o ganho de sólidos devido à alta taxa de penetração das moléculas do soluto (TORREGGIANI, 1993; ANTONIO, 2002).

A pré-secagem por osmose, seguida de uma secagem com ar quente tem sido muito utilizada na produção de frutas desidratadas e parcialmente desidratadas (ANTONIO, 2002; SANTOS, 2003).

A temperatura da desidratação osmótica tem uma importante influência na cinética, bem como na qualidade do produto final. O aumento da temperatura faz com que ocorra maior remoção de água e um decréscimo no tempo de tratamento. Entretanto, na desidratação da maioria das frutas, existe uma temperatura limite de 50°C para que não ocorra perda de sabor e aumento do escurecimento (ANTONIO, 2002).

2.6.1 Métodos para desidratação osmótica

1) O processo tradicional de cristalização das frutas consiste essencialmente na impregnação lenta e gradativa da fruta por xarope, onde ocorre a perda de água por parte da fruta e absorção de açúcar através da desidratação osmótica (SOLER *et al.*, 1982, BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

2) O processo lento apresentado por JACKIX (1988) é um processo descontínuo que consiste na imersão da fruta em um xarope de baixa concentração até atingir o equilíbrio osmótico, quando, então, aumenta-se a concentração, cerca de 10°Brix, permitindo um novo equilíbrio até o nível de concentração de açúcar desejado. Após

este processo submergem-se rapidamente as frutas em água quente e estas são colocadas rapidamente para secar em temperatura de 50 a 55°C até que as frutas não estejam mais pegajosas.

3) No processo proposto por CRUESS (1973b) a fruta fica em repouso em cada concentração de xarope de sacarose e xarope de milho, sendo a concentração inicial de 30°Brix e a temperatura do banho osmótico de 66°C, aumentando sucessivamente a concentração em 10°Brix a cada 3 a 4 horas até aproximar-se de 68° Brix quando então a fruta permanece em repouso por 24 horas a temperatura ambiente. Após este processo submergem-se rapidamente as frutas em água quente e elimina-se o excesso de água, estas são então dispostas em bandejas e colocadas em estufa de desidratação com jato de ar até a umidade desejada.

4) BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA (1992) apresentaram o processo em que as frutas são colocadas em tanques de aço inoxidável, estáticos, encamisado com vapor e a pressão atmosférica. Foi utilizado um xarope de aproximadamente 20°Brix aquecido a temperatura de ebulição por 5 minutos para cozimento e inativação enzimática, permanecendo em repouso por 24 horas. Então era aumentada a concentração do xarope em 10°Brix sucessivamente até atingir uma concentração não inferior a 65°Brix. As frutas são então lavadas em água quente e secadas em estufa a 50°C por 8 horas.

Muitos métodos foram desenvolvidos tentando diminuir o tempo de processamento, melhorar a qualidade do produto final e tornar a produção contínua. Quanto mais lento o processo de concentração, melhor a aparência e o rendimento do produto final (BILHALVA, 1976; JACKIX, 1988)

RIBEIRO e SABAA-SRUR (1999) desidrataram cubos (2cm x 2cm) de mangas da variedade Rosa. Os frutos descascados e cortados foram imersos em solução contendo 100ppm de ácido ascórbico e em seguida eram imersos em água a 85°C por 5 minutos. Quando essa temperatura atingia o ponto central das mangas, imediatamente a água quente era substituída por água gelada promovendo o

resfriamento rápido. Foram utilizados xaropes com concentração inicial de 30° Brix (90% de sacarose, 10% de glicose), os cubos foram imersos até que o equilíbrio osmótico entre a solução e a fruta fosse obtido e então se aumentava a concentração em 10° Brix até valor superior de 68° Brix. A drenagem parcial do xarope foi realizada, e os cubos foram imersos rapidamente em água quente e desidratados em estufa com circulação de ar aquecido a 50°C.

BORGES e MENEGALLI (1994) estudaram a influência da desidratação osmótica, realizada antes da secagem da manga em secador de bandeja. Utilizaram, como solução desidratante, sacarose a 65%, a 30°C por 5 horas. A cinética de secagem foi estudada a 40°C, 50°C e 60°C. Este tratamento osmótico reduziu a umidade em até 72% e aumentou os açúcares totais de até 21%.

2.6.2 Secagem

O período de secagem das frutas desidratadas osmoticamente corresponde geralmente a um quarto do tempo das frutas frescas, uma vez que grande parte da umidade natural da fruta terá sido substituída pelo agente osmótico, durante o processo de desidratação. A secagem pode ser feita à temperatura ambiente, mas é muito mais rápida e apresenta resultados mais uniformes se feita com calor artificial na temperatura de 49 a 60°C (CRUESS, 1973b; CRUZ, 1990).

A secagem osmo-convectiva que representa a secagem convectiva com pré-tratamento osmótico vem sendo realizada por diversos autores (GARCIA DE LA CRUZ, 1998; AZOUBEL, 1999; EL-AQUAR, 2001; ALVES, 2003; MOURA, 2004;) visando preservar características sensoriais dos alimentos.

2.7 AGENTES OSMÓTICOS

A escolha do tipo e concentração da substância desidratante é uma questão complexa e está diretamente relacionada com as propriedades sensoriais do produto final e com o custo do processamento. No caso de desidratação de frutas

geralmente são utilizados como agentes osmóticos os açúcares como a sacarose, frutose, glicose e xarope de milho, por sua compatibilidade sensorial (PONTING *et al.*, 1966; TORREGGIANI, 1993; SANTOS, 2003).

O tipo de agente desidratante afeta a cinética de remoção da água e a incorporação de sólidos. À medida que se aumenta o peso molecular dos solutos observa-se uma diminuição dos sólidos incorporados e um aumento da perda de água (ISLAM, FLINK, 1982, SANTOS, 2003).

2.7.1 Sacarose ou açúcar

A sacarose é um dissacarídeo utilizado desde 200aC, mais conhecido como açúcar de mesa é constituído de 98,5% de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) e é produzido a partir da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (20% de sacarose) ou beterraba (*Beta alba* L.) (17% sacarose). A sua importância deve-se a fatores como: aceitabilidade universal, palatabilidade, alta disponibilidade, baixo custo de produção, alta solubilidade em água (2g/gH₂O a 20°C) e alta pressão osmótica em solução aquosa. Possui alta qualidade adoçante e por isso é adotada como padrão de doçura relativa (poder edulcorante igual a 1) e de perfil de sabor (BRASIL, 1978; ROBINSON, 1991; NICOL, 1991; CÂNDIDO, CAMPOS, 1996; FERREIRA, SILVA, PERRONE, 2001, BRASIL, 2005).

A redução do consumo de açúcares é recomendada desde a década 70 com a finalidade das pessoas serem mais saudáveis. A principal razão para a substituição da sacarose é a expansão da disponibilidade de alimentos para situação de restrição calórica ou de carboidratos, como no caso de diabetes (FREIRE, CANNON, SHEIHAM, 1994; CÂNDIDO, CAMPOS, 1996).

2.7.2 Edulcorantes

O consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos aumentaram muito nos últimos anos. Estes produtos desempenham um fator importante na dieta

alimentar de pacientes com diabetes, uma vez que eles podem proporcionar o sabor doce com pouca ou nenhuma caloria. Contribuem também no aspecto psicológico e social destes indivíduos, pois o sabor doce é um desejo inato do ser humano (CASTRO, FRANCO, 2002).

Para produtos *diet* ou *light* em açúcares/carboidratos são utilizados os edulcorantes que são produtos capazes de adoçar, onde a substituição pode ser parcial ou completa da sacarose, com o objetivo de diminuir o valor calórico em produtos destinados a pessoas que devem evitar o consumo de determinados açúcares (FOSSILE JUNIOR, 2002).

Define-se edulcorante como sendo uma substância que apresenta ação adoçante, podendo ser nutritiva ou não, artificial ou natural (CÂNDIDO, CAMPOS, 1996; CASTRO, FRANCO, 2002).

Os edulcorantes permitidos para uso em alimentos e bebidas dietéticas são vários, mas cada um possui características específicas de intensidade e persistência do gosto doce e presença ou não de sabor residual. Além disso, tais características podem ser modificadas em função de suas concentrações (CARDELLO, DA SILVA, DAMÁSIO, 2000).

Os edulcorantes ditos não calóricos, ou intensos, são os edulcorantes sintetizados que possuem poder adoçante significativamente superior ao da sacarose e teores calóricos nulos ou desprezíveis, quando utilizados de forma análoga à do açúcar (PELAEZ, 1993).

Os edulcorantes não calóricos ou não nutritivos são: Ciclamato, Sacarina, Acessulfame-k, Steviosídeo, Sucralose, Aspartame. É importante lembrar, no entanto, que os edulcorantes não calóricos podem possuir algumas calorias, apesar de praticamente desprezíveis (CÂNDIDO, CAMPOS, 1996; DISSAT e SANTOS, 2004).

Muitos dos edulcorantes de alta intensidade precisam dos agentes de corpo ou edulcorantes calóricos, porém de baixo poder adoçante, para conferir o equilíbrio de textura e palatabilidade nas formulações sem açúcar. Essa categoria de ingredientes se constitui dos polióis, uma classe específica de carboidratos,

classificados como edulcorantes naturais, que são obtidos pela hidrogenação do açúcar (PACHIONE, 2003).

Apesar dos edulcorantes de alta intensidade serem sintetizados pela indústria, estes são considerados naturais, por serem encontrados também na natureza, o que diminui preocupações como a relação com câncer ou doenças degenerativas (PACHIONE, 2003).

Segundo DISSAT e SANTOS (2004) os edulcorantes calóricos (agentes de corpo) são: sorbitol (presente na ameixa, cereja, maçã e pêsego), manitol (presente nos vegetais), xilitol, lactose (açúcar do leite), frutose (açúcar das frutas), malto dextrina (extraída do milho).

Os edulcorantes são descritos de acordo com sua doçura (capacidade edulcorante) em relação à sacarose, conforme indicado na tabela 02.

**TABELA 02 – DOÇURA RELATIVA E VALORES ENERGÉTICOS
DE ALGUNS EDULCORANTES E AÇÚCARES**

Substância	Doçura relativa (sacarose=1, em massa)	Valor Energético (kJ g⁻¹)*
Acessulfame-K	200	-
Aspartame	180-200	-
Ciclamato	30	-
Sacarina	300-400	-
Esteviosídeo	300	-
Sucralose	600-800	-
Lactitol	0,3	8,36
Sorbitol	0,5	10,87
Maltitol	0,8	12,54
Frutose	1,2-1,5	16,72
Glicose	0,5-0,8	16,72

* Valor energético fornecidos pelo FDA; 1 kcal=4,1814kJ

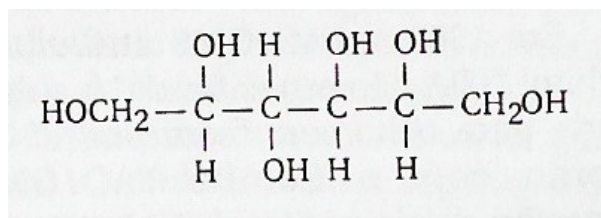
Fonte: FENNEMA, 2000

Muitos edulcorantes perdem suas características em processos que envolvem aumento de temperatura, por isso um fator importante no uso industrial é a sua estabilidade, além desta característica, deve-se considerar a doçura relativa, a qualidade do gosto doce, a estabilidade ao pH e a solubilidade (CÂNDIDO, CAMPOS, 1996).

Sorbitol

O sorbitol é um poliol utilizado como condicionador de umidade e substituto do açúcar em alimentos *light*. Não provoca cáries, sendo recomendado na fabricação de balas e confeitos. Possui 50 a 70% do poder adoçante da sacarose. A principal função do sorbitol é ser veículo permitindo o ganho no corpo, ajudando a difundir o aroma e hidratando os produtos em geral. O sorbitol (D-glucitol) é um poliidroxiálcool derivado da dextrose por redução, sua estrutura ($C_6H_{14}O_6$, PM=182) é indicada na figura 04. Seu ponto de fusão é 96-97°C e a densidade relativa da solução a 70% é igual a 1,2879 (DWIVEDI, 1991; BILLAUX *et al.*, 1991; CÂNDIDO, CAMPOS, 1996; PACHIONE, 2003;).

FIGURA 04 – ESTRUTURA DO SORBITOL



Fonte: CÂNDIDO, CAMPOS, 1996

O sorbitol está presente nas ameixas (1,7 a 4,5%), cerejas, maçãs (0,2 a 1%), pêras (1,2 a 2,8%) e pêssegos (0,5 a 1,3%) entre outras frutas, e nas algas vermelhas. Como as quantidades presentes na natureza não são suficientes para extração comercial é sintetizado a partir do amido e da sacarose, fornecendo 4 kcal/g.

O sorbitol não é cariogênico, é permitido para diabéticos e na forma cristalina causa efeito refrescante sobre a língua, é estável a ácidos e ao calor, e tem alta solubilidade a temperatura ambiente (83%, 220g/100g H₂O a 20°C).

O sorbitol é sinérgico com acessulfame-K, aspartame, ciclamato, sacarina e esteviosídeo, tem ação laxativa/diurética em dose maior que 30-70 g/dia (CÂNDIDO,

CAMPOS, 1996; DISSAT, SANTOS, 2004). Segundo a legislação brasileira RDC nº3/2001 o sorbitol pode ser utilizado na quantidade necessária para se obter o efeito desejado em um produto para fins especiais (BRASIL, 2001).

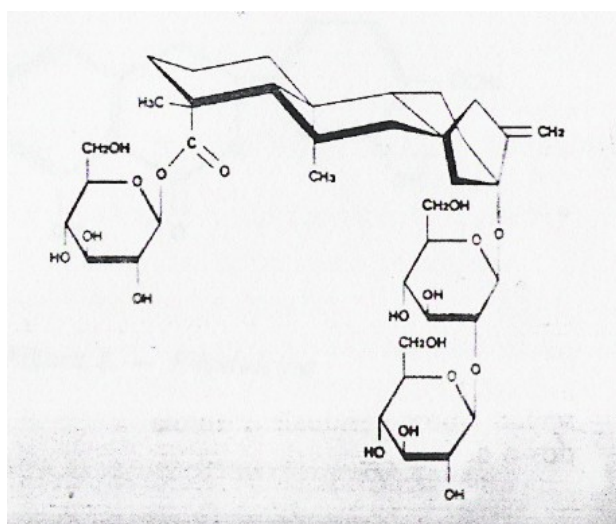
Steviosídeo ou Estévia

Entre os vários edulcorantes de origem natural permitidos atualmente para serem utilizados como substitutos da sacarose, destaca-se o extrato de folhas de estévia, composto por glicosídeos terpênicos, extraídos das folhas de *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni.

O extrato puro de estévia é um pó branco, formado por cristais adoçantes de estévia, denominado de esteviosídeo, conforme fórmula estrutural ($C_{38}H_{60}O_{18}$, PM=804) apresentada na figura 05.

A estévia é isenta de calorias, com ponto de fusão igual a 196-198°C e 300 vezes mais doce do que a sacarose, tem larga aplicação industrial em alimentos, especialmente para bebidas com baixo valor calórico, alimentos enlatados, biscoitos, doces e gomas de mascar (MULTON, 1988; KINGHORN, SOEJARTO, 1991; CARDELLO, DA SILVA, DAMÁSIO, 2000).

FIGURA 05 - ESTRUTURA DO ESTEVIOSÍDEO



Fonte: MULTON, 1988

A Lowçucar® vende o edulcorante natural esteviosídeo, extraído das folhas de *Stevia*, planta nativa da fronteira do Brasil com o Paraguai. O adoçante *Stevia*

Plus® surgiu a partir de pesquisas da empresa sobre as carências do mercado de edulcorantes, onde identificaram a necessidade dos consumidores quanto aos quesitos: prazer de consumir, saúde, menor ingestão de edulcorantes, maior porcentagem de componentes 100% naturais e custo. Devido a essa análise a empresa apresentou o adoçante dietético *Stevia Plus®* onde 97% de seus ingredientes são 100% naturais (PACHIONE, 2003).

De acordo com dados da *Lowçucar®*, os japoneses são pioneiros nos trabalhos envolvendo a *Stevia* e com eles os produtos oriundos. O steviosídeo, embora seja um edulcorante natural, também possui Índice de Ingestão Diária Aceitável (IDA) de 5,5 mg/kg peso corpóreo, significando que, assim como os edulcorantes artificiais, obedece a limites para seu consumo. Por isso, a *Lowçucar®* aposta na combinação de edulcorantes, como resultados de melhores produtos e com a menor ingestão dos ingredientes por dose. A estévia tem boa estabilidade em altas ou baixas temperaturas, é higroscópica (MULTON, 1988; PACHIONE, 2003).

2.8 CLORETO DE CÁLCIO

A adição de cloreto de cálcio (CaCl_2) no início da desidratação é recomendada para melhorar a rigidez das frutas que ocorre devido à formação do pectato de cálcio (produto resultante da reação da pectina com o cloreto de cálcio) (BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

O processo de cristalização deve ser conduzido de modo que a fruta não amoleça se transformando em pasta ou se torne rija e enrugada (CRUESS, 1973b).

2.9 ACIDULANTES

O uso de acidulantes como aditivos tem como objetivo uma ação antioxidante, favorecendo também a taxa de remoção de água. Podem ser usados ácidos fortes ou fracos e estes aumentam a pressão osmótica e diminuem o pH. O ânion dos ácidos não dissociados pode ter efeitos inibitórios ao crescimento de microorganismos (ANTONIO, 2002).

O pH do xarope desidratante é um fator susceptível a variações e deve ser mantido em torno de 4,0 podendo ser ajustado através da adição de carbonato de potássio e ácido cítrico (JACKIX, 1988; BERBARI, MENEGALE, ALMEIDA, 1992).

2.10 CÁLCULO DA PERDA DE ÁGUA/GANHO SÓLIDOS

A eficiência do processo de desidratação osmótica pode ser quantificada pelos valores de perda de peso e incorporação de sólidos (ANGELINI, 2002; SANTOS, 2003)

O cálculo da perda de água (PA), ganho de sólidos (GS) e perda percentual de peso (P_p), com base na massa inicial do material, no processo de desidratação osmótica podem ser obtidos através das equações 01, 02 e 03 (SOUZA NETO *et al.*, 2004 e LIMA *et al.*, 2004):

$$PA(\%) = \frac{(P_0 \cdot U_o) - (P_t \cdot U_t)}{P_0} \quad (01)$$

$$GS(\%) = \frac{(P_t \cdot B_t) - (P_0 \cdot B_o)}{P_0} \quad (02)$$

$$P_p(\%) = \frac{(P_0 - P_t)}{P_0} \times 100 \quad (03)$$

Onde:

PA = Perda percentual de água (%);

GS = Ganho percentual de sólidos (%);

P_p = Perda percentual de massa (%);

P_0 = Massa do fruto no tempo $t=0$, em gramas (kg);

P_t = Massa do fruto tratado no tempo t , em gramas (kg);

U_0 = Umidade do fruto no tempo $t=0$ (s);

U_t = Umidade do fruto tratado no tempo t (s);

B_0 = °Brix do fruto no tempo $t=0$ (°Brix);

B_t = °Brix do fruto tratado no tempo t (°Brix).

2.11 CINÉTICA DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Para o estudo da cinética de desidratação osmótica utiliza-se de modelos matemáticos que descrevem a taxa decrescente de desidratação de um sólido e consideram, geralmente, como mecanismo principal à difusão baseada na segunda Lei de Fick (equação 04), onde o fluxo de massa é proporcional ao gradiente de concentração dentro do sólido. A equação da continuidade que descreve a distribuição de concentração para uma placa plana infinita é (CREMASCO, 2002):

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} = -D_{ef} \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} \quad (04)$$

Onde D_{ef} ($m^2.s^{-1}$) é o coeficiente efetivo de difusão de massa, C_A (g/100g) é a concentração da espécie A, t (s) é o tempo e z (m) é a componente espacial.

Para solucionar a equação 04 as condições inicial e de contorno utilizadas:

CI: para $t=0$, $C_A=X_0$, para qualquer z ;

CC: para $t>0$; $z=0$; $\left. \frac{\partial C_A}{\partial z} \right|_{z=0} = 0$

CC: para $t>0$; $C_A=X_e=K_p C_{A\infty}$, onde K_p é o coeficiente de distribuição.

Desenvolvendo a equação 04 com as condições inicial e de contorno para uma configuração geométrica cúbica, segundo EL-AQUAR e MURR (2003), têm-se a equação 05:

$$\frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} = \left[\frac{8}{\pi^2} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \exp \left[- (2i+1)^2 \pi^2 D_{ef} \frac{t}{4L^2} \right] \right]^3 \quad (05)$$

Onde:

X_t = umidade média no tempo t (%);

X_e = umidade no equilíbrio (%);

X_0 = umidade inicial (%);

D_{ef} = difusividade efetiva ($m^2.s^{-1}$);

t = tempo (s);

L = dimensão característica (m)

2.12 ATIVIDADE DE ÁGUA (a_w)

A desidratação de alimentos tem como finalidade reduzir a disponibilidade de água para um nível onde não exista perigo de crescimento microbiano.

Sabe-se que os microorganismos não podem crescer em sistemas de alimentos desidratados quando a atividade de água está abaixo de 0,6-0,7; mas outras reações enzimáticas ou não, continuam atuando no processo de armazenagem. A atividade de água tem sido um parâmetro usual para determinar o ponto final da secagem visando reduzir a possibilidade de crescimento microbiológico (ANTONIO, 2002). Assim, o conhecimento do conteúdo de umidade exato e o procedimento apropriado para sua determinação são de suma importância quando se trata de alimentos desidratados.

A água pode estar presente na amostra sob duas formas:

- 1) água não ligada, que está simplesmente contida no material, é a mais abundante e é perdida facilmente à temperatura de bulbo úmido;
- 2) água ligada, que faz parte da estrutura do material, ligada a proteínas, açúcares e adsorvida na superfície de partículas coloidais, necessita de níveis elevados de temperatura para sua remoção.

Todos os microorganismos têm uma atividade de água mínima (a_w) de desenvolvimento, conforme indicado na tabela 03. Em geral as bactérias são mais exigentes do que os bolores e leveduras, desenvolvendo-se apenas em meios com elevada a_w .

TABELA 03 – ATIVIDADE DE ÁGUA MÍNIMA PARA O DESENVOLVIMENTO DE ALGUNS MICRORGANISMOS

MICRORGANISMOS	a_w MÍNIMA
Bactérias	0,91
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,85
Leveduras	0,88
Bolores	0,80
Bactérias halófilas	0,75
Bolores xerófilos	0,61
Leveduras osmotolerantes	0,60

FONTE: ICMSF (1980)

2.13 COR

A cor é considerada um dos fatores externos mais importantes da qualidade de frutos e influencia os consumidores no momento em que esse fruto é adquirido. A casca da manga madura mostra uma ampla variação de mistura de cores, do verde para o vermelho, violeta e amarelo (COCOZZA, 2003).

Os carotenóides da polpa continuam a aumentar nos frutos quando o amadurecimento inicia. A composição de carotenóides em mangas pode alterar-se durante o processo de amadurecimento sendo o β -caroteno, o caroteno mais abundante no fruto imaturo e o fitoflueno no fruto maduro, porém γ -caroteno é a forma predominantemente presente em todos os estádios de amadurecimento (COCOZZA, 2003).

Há o risco de erros humanos quanto a diferenças na percepção da escala de cores, sem contar o fato de que as pessoas necessitam de treinamento para quantificar essa medida. Em função disso são utilizados instrumentos automatizados, que permitem registrar as modificações dos componentes que definem a cor durante o amadurecimento, como os colorímetros.

No colorímetro são considerados parâmetros como claridade ou brilho, representados pela Luminosidade (L^*) e a relação entre a^*/b^* no qual é obtido tanto o Ângulo Hue (Ângulo da Cor) como a Cromaticidade (Saturação ou Intensidade da Cor (COCOZZA, 2003). Pode-se utilizar a cor como índice de transformação natural dos alimentos frescos ou de mudanças ocorridas no processo industrial (SANJINÉZ-ARGANDOÑA, 1999).

Segundo LOZANO e IBARZ (1997), a deterioração da cor em frutas pode ser causada por vários fatores como reações de escurecimento enzimático e não-enzimático, entretanto, as frutas são menos sensíveis que as verduras à deterioração de cor, quando submetidas a temperaturas de desidratação osmótica.

2.14 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é importante no processamento de alimentos, pois contribui direta ou indiretamente para o desenvolvimento de novos produtos,

controle de qualidade, reformulação de produtos, relações entre condições de processo, ingredientes, aspectos analíticos e sensoriais. No teste sensorial fundamental a padronização das amostras. Muitas vezes o atributo que se pretende avaliar é influenciado por outros fatores, como a quantidade de amostra e a cor do produto (KONKEL *et al.*, 2004).

Os testes sensoriais que utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos” devem ser incluídos como garantia de qualidade, por ser uma medida multidimensional integrada, que possui vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores. O uso dos testes sensoriais é rotineiro para produtos alimentícios processados ou industrializados antes de serem lançados no mercado (CARDELLO, MORAES, 1997).

Muitos instrumentos podem detectar o surgimento de problemas durante a produção e o armazenamento de alimentos, mas podem ser incapazes de medir alterações de sabor que afetam a aceitação de um produto. A aceitação de certos produtos por parte dos consumidores é afetada por uma variedade de características, entre elas, destacam-se: a funcionalidade, as características nutricionais, a conveniência, a segurança, o custo e, especialmente, as características sensoriais (CARDELLO e MORAES, 1997).

A análise descritiva quantitativa (ADQ) proporciona uma descrição das propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos para a caracterização sensorial de alimentos (CARDELLO, DA SILVA, DAMÁSIO, 1999).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Matéria-prima

A matéria prima utilizada nesta pesquisa foi o fruto manga (*Mangifera indica* L.) da variedade *Tommy Atkins* adquirida no período de janeiro a dezembro de 2005 nos estabelecimentos comerciais de Curitiba, tais como supermercados, mercado municipal e Ceasa. Seleccionada na etapa de recepção, quanto à origem, região nordeste do Brasil, e quanto à aparência pela coloração da casca (figura 06) e utilizando como critério a faixa de sólidos solúveis de 12 a 15°Brix, onde a fruta se apresenta com textura firme e o descascamento manual foi possível. As polpas foram cortadas em cubos de $1\text{cm} \pm 0,1$ de aresta.

FIGURA 06 – AMOSTRAS UTILIZADAS DE MANGA TOMMY ATKINS



Fonte: Martim, 2005

3.1.2 Soluções Desidratantes

Foram elaboradas as soluções desidratante com sacarose comercial (marca Dolce), sorbitol (marca Synth) em solução aquosa 70%, e adoçante dietético para culinária (marca Stevita) composto de 1% de esteviosídeo, 98% de maltodextrina e 1% de antiumectante. As soluções de 50% (p/p) utilizadas na desidratação osmótica

foram preparadas com água mineral comercial (marca Ouro Fino) a temperatura de 50°C.

Na solução desidratante foram utilizados 1% de cloreto de cálcio PA em pó (marca Synth), para garantia da manutenção da estrutura final do produto e ácido cítrico puro (marca Reagen) para a correção do pH em 4,0 com a finalidade de garantir um menor desenvolvimento microbiano.

3.1.3 Equipamentos

Os equipamentos utilizados foram: balança semi-analítica, estufa com circulação de ar, higrômetro, refratômetro, espectofotômetro, existentes nos laboratórios do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná e especificados juntamente com os métodos utilizados.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Caracterização da matéria-prima

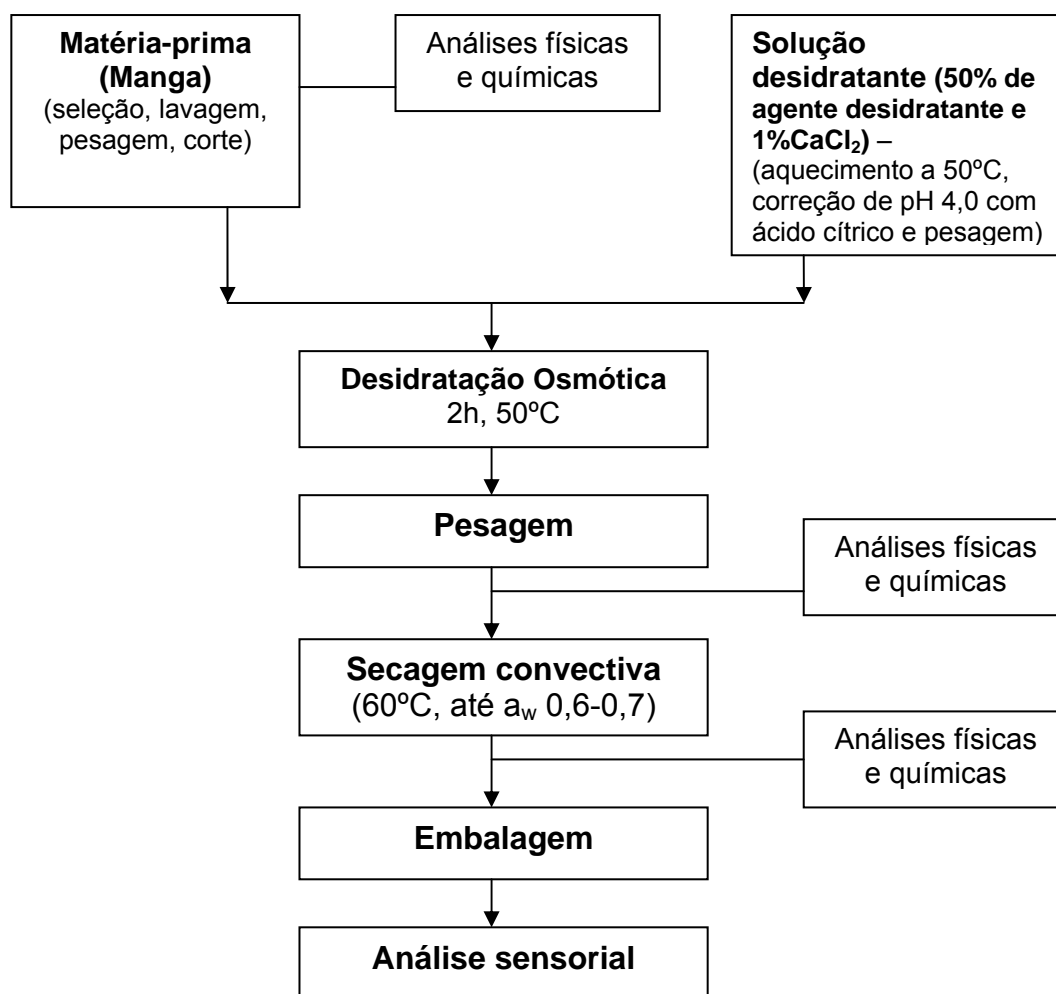
As características físicas da manga foram determinadas pelas medidas de massa total da fruta (g), massa das cascas (%), massa dos caroços (%), massa das polpas (%), diâmetro menor (cm) e comprimento (cm) (SANTOS, 2003).

Foram determinados ainda, a umidade (IAL nº.4.5.1, 1985), sólidos solúveis totais (SST) (IAL nº.13.6.1, 1985), acidez total (ATT em % ácido cítrico) (IAL nº.13.6.2, 1985), atividade de água em higrômetro por ponto de orvalho (Aqualab Decagon Devices, modelo Série 3TE), cor por colorimetria (espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 45/0-L), pH (IAL nº.4.7.2, 1985), açúcares totais, redutores em glicose e não redutores em sacarose (IAL nº.4.13.2, 1985).

3.2.2 Experimento

O processamento utilizado neste estudo está indicado no diagrama de fluxo da figura 07.

FIGURA 07 – DIAGRAMA DE FLUXO PARA OBTENÇÃO DA MANGA OSMO-DESIDRATADA



As mangas *in natura* foram pesadas em balança semi-analítica (máx.1000g) com 2 casas decimais da marca Sartorius (figura 08) . Após esta etapa as mangas foram lavadas em água clorada a 50ppm, para higienizar a casca da fruta.

FIGURA 08 – BALANÇA SEMI-ANALÍTICA

Fonte: MARTIM, 2005

As mangas *in natura* foram selecionadas e classificadas conforme sua cor, tamanho, textura aparente, presença de pontos podres, conforme recomendado por JACKIX (1988), e com o uso de facas de aço inoxidável foram descascadas, descaroçadas e as cascas, polpas e sementes foram então pesadas (RIBEIRO, SABAA-SRUR, 1999; SOUZA NETO et al., 2004).

As polpas de manga foram cortadas manualmente em cubos de aproximadamente 1cm de lado e separados lotes para cada tratamento (CTE, SAC, SOR, STV) conforme indicado na tabela 04.

TABELA 04 – CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Tratamento	Agente desidratante	Temperatura de desidratação osmótica (°C)	Solução desidratante (% p/p)	Tempo de desidratação osmótica (h)	Temperatura de secagem (°C)	Final da secagem
CTE	-	-	-	-	60°	Até a_w 0,6-0,7
SAC	Sacarose comercial	50°	50	2	60°	Até a_w 0,6-0,7
SOR	Sorbitol	50°	50	2	60°	Até a_w 0,6-0,7
STV	Estévia*	50°	50*	2	60°	Até a_w 0,6-0,7

* solução com 50% de estévia comercial

CTE – manga *in natura*; SAC – manga desidratada osmoticamente com sacarose; SOR - manga desidratada osmoticamente com sorbitol; STV - manga desidratada osmoticamente com estévia

Os tratamentos SAC, SOR e STV foram conduzidos à desidratação osmótica, por duas horas a 50°C em secador de leito fixo. O experimento de desidratação osmótica (figura 09) foi composto por sacos telados de poliéster com malha de 2mm (figura 10). Os cubos de manga foram imersos em solução desidratante previamente aquecida a 50°C, conforme tabela 04, acrescido de 1% de cloreto de cálcio e o pH corrigido em 4,0 com o uso de ácido cítrico. Os sacos foram mantidos submersos com o auxílio de uma grade de aço inoxidável (figura 09) e o sistema foi fechado com papel alumínio. A proporção fruta:solução desidratante utilizada em todos os tratamentos foi de 1:3 em massa.

FIGURA 09 – SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA



Fonte: MARTIM, 2005

FIGURA 10 – SACO UTILIZADO PARA A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA



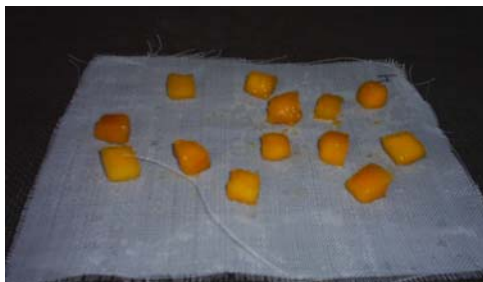
Fonte: MARTIM, 2005

Após a desidratação osmótica os cubos foram retirados dos sacos telados e levados à secagem a temperatura de 60°C, sobre telas (figura 11). O secador de leito fixo mantinha fluxo de ar horizontal (figura 12) com circulação de ar de 18m³/h.

A secagem foi realizada até as amostras atingirem atividade de água entre 0,6 e 0,7, então embaladas em sacos de polipropileno metalizado fechados por termossoldagem. O processo de secagem também foi realizado para cubos de fruta

in natura, tratamento CTE, similar às mangas desidratadas encontradas comercialmente.

FIGURA 11 – DISPOSIÇÃO DOS CUBOS DE MANGA PARA SECAGEM CONVECTIVA

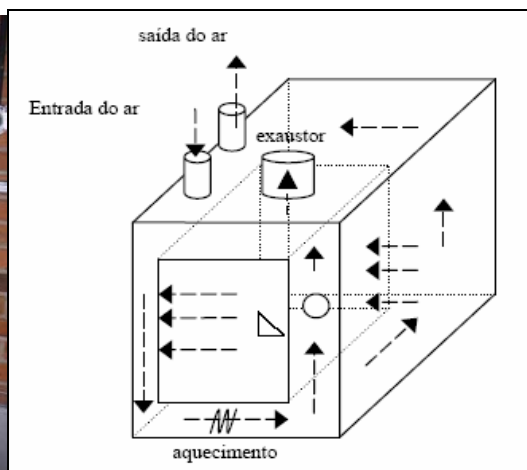


Fonte: MARTIM, 2005

FIGURA 12 – SECADOR DE LEITO FIXO E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO SECADOR CONVECTIVO



Fonte: MARTIM (2005)



FONTE: MOURA (2004)

3.2.3 Métodos analíticos

3.2.3.1 Sólidos solúveis

A porcentagem de sólidos solúveis das frutas tropicais *in natura*, do xarope e das frutas desidratadas foi determinada utilizando-se um refratômetro de bancada

RL3 – Polskie Zaklady Optyczne S.A (figura 13), com escala 0°Brix a 90°Brix (IAL nº.13.6.1, 1985).

FIGURA 13 – REFRAATÔMETRO DE BANCADA

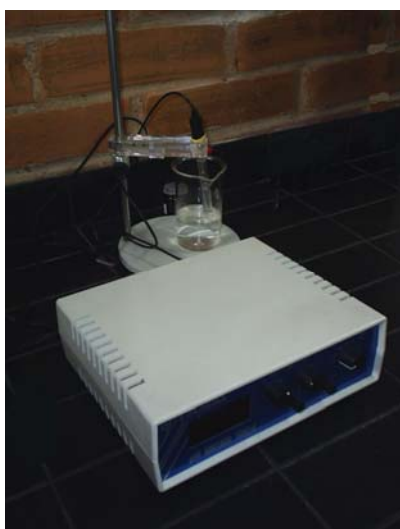


Fonte: MARTIM, 2005

3.2.3.2 pH

O pH das amostras de frutas *in natura*, desidratadas e do xarope foi determinado por meio de um potenciômetro digital (figura 14) modelo TEC-2 da Tecnal. (IAL nº.4.7.2, 1985; JACKIX, 1988).

FIGURA 14 – POTENCIÔMETRO DIGITAL



Fonte: MARTIM, 2005

3.2.3.3 Umidade

A determinação de umidade das amostras das frutas *in natura* e das frutas desidratadas foi quantificada pelo método de secagem em estufa (figura 15) a 105°C por 24 horas até massa constante conforme recomendado pelo IAL nº.4.5.1 (1985).

FIGURA 15 – ESTUFA DE SECAGEM



Fonte: MARTIM, 2005

3.2.3.4 Acidez total (ATT)

A acidez total presente nas frutas *in natura* e desidratadas foi quantificada por titulação com NaOH 0,1N padronizado, e o resultado expresso em porcentagem do ácido predominante na fruta, segundo recomendação do IAL nº.13.6.2 (1985).

A titulação foi realizada em presença do indicador fenolftaleína. Aplica-se a equação 06 para expressar a porcentagem de acidez:

$$\%acidez = \frac{ml\ de\ NaOH\ .\ equivalente-grama\ do\ ácido\ .\ 100}{peso\ da\ amostra} \quad (06)$$

O equivalente-grama dos principais ácidos são: cítrico é 64,02; málico é 67,97 e tartárico é 75,05 (SOLER *et al.*, 1982)

3.2.3.5 Açúcares totais e redutores

O teor de açúcares redutores e totais foi determinado pelo método de Lane e Erynon (IAL nº.4.13.2, 1985).

3.2.3.6 Atividade de água (a_w)

A água é um dos fatores que determinam a velocidade de deterioração microbiológica (ANTONIO, 2002).

A atividade de água (a_w) das amostras de frutas *in natura* e das frutas desidratadas foi determinada por meio de um *Aqualab* digital modelo serie 3TE da Decagon Devices, indicado na figura 16.

A atividade de água (a_w) é um dos mais importantes parâmetros para avaliação dos alimentos definida como a razão entre a pressão parcial de vapor da água no alimento (p) e pressão parcial de vapor da água pura (p_0), ambas na mesma temperatura (equação 07) (ANTONIO, 2002):

$$a_w = \frac{p}{p_0} \quad (07)$$

FIGURA 16 – AQUALAB DIGITAL



Fonte: MARTIM, 2005

3.2.3.7 Determinação da cor

A cor foi avaliada por meio do sistema de três parâmetros, o CIELAB, proposto pela *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) em 1971. Neste

sistema se define um espaço cromático em coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*), associado a outro em coordenadas cilíndricas (L^* , H^* , C^*) (PEREIRA, 2002).

Os parâmetros L^* , a^* e b^* foram medidos com o colorímetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 45/0-L, onde L^* define a luminosidade ($L^* = 0$ - preto e $L^* = 100$ - branco) e a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde; $+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul).

Para as determinações, em quintuplicata, utilizou-se o sistema com luminosidade D_{65} , um ângulo de observação de 10° e com calibração seguindo os padrões: $X=78,90$; $Y=83,90$; $Z=88,90$.

Com os parâmetros L^* , a^* e b^* foi calculada a diferença média de cor entre a fruta fresca e a processada (equação 08) e foram avaliadas as coordenadas cilíndricas C^* e H^* , onde C^* define o croma e H^* o tom, a partir das equações 09 e 10 (PEREIRA, 2002):

$$\Delta E^* = \sqrt{(a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2 + (L^* - L_0^*)^2} \quad (08)$$

$$C^* = (a^{*2} - b^{*2})^{1/2} \quad (09)$$

$$H^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (10)$$

3.2.3.8. Relação Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável (SST/ATT)

A relação SST/ATT é indicativa do sabor. Como em outros frutos, em mangas essa relação aumenta em função do aumento de SST e diminuição de ATT (COCOZZA, 2003).

3.2.4 Análise Sensorial

3.2.4.1 Preparação das Amostras

As amostras de todos os testes foram codificadas com números de três dígitos e servidas em recipientes descartáveis.

3.2.4.2 Seleção de provadores

Para compor a equipe de provadores, os candidatos preencheram um questionário sobre o hábito de consumo de produtos derivados de manga e a seguir a seleção destes foi feita utilizando o teste triangular de diferença e o teste pareado de diferença.

No teste triangular foram apresentadas simultaneamente três amostras de sucos naturais de manga preparados com água mineral (1:2) e adoçados com 5% de sacarose e 5% de sorbitol, sendo que duas eram idênticas e uma diferente e em posições inteiramente casualizadas. As amostras foram servidas à temperatura de refrigeração, $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e, ao provador foi solicitado preencher uma ficha, indicando a amostra diferente. O modelo da ficha utilizada é indicado na figura 17 (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1991).

FIGURA 17 – MODELO DE FICHA UTILIZADA NO TESTE TRIANGULAR PARA SELEÇÃO DE PROVADORES

NOME _____		DATA _____							
Ficha nº. 1									
<p>Estão apresentadas três amostras de suco de manga, onde duas são iguais e uma diferente. Deguste cada uma das amostras, da esquerda para direita, e faça um círculo em volta da amostra diferente.</p>									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="padding: 2px 5px;">Código das amostras</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">397</td> <td style="padding: 2px 5px;">561</td> <td style="padding: 2px 5px;">240</td> </tr> </table>				Código das amostras			397	561	240
Código das amostras									
397	561	240							
<p>Comentários: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>									

Foi também realizado um teste pareado com suco natural de manga adoçado com sacarose 2,5 e 5% para a determinação da amostra com sabor doce mais intenso. As amostras foram servidas à temperatura de refrigeração, $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e, ao provador foi solicitado preencher uma ficha, indicando a amostra com sabor doce mais intenso. O modelo da ficha utilizada é indicado na figura 18 (MEILGAARD, CIVILLE, CARR, 1991).

FIGURA 18 – MODELO DA FICHA PARA O TESTE PAREADO UTILIZADA PARA SELEÇÃO DE PROVADORES

NOME _____	DATA _____		
<p>Ficha nº. 1</p> <p>Estão apresentadas duas amostras de suco de manga. Deguste cada uma das amostras, da esquerda para direita, e assinale qual a amostra apresenta sabor doce mais intenso</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="padding: 5px;">Código da amostra</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">397 561</td> </tr> </table> <p>Comentários: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		Código da amostra	397 561
Código da amostra			
397 561			

3.2.4.3 Análise Descritiva Quantitativa -ADQ

Os candidatos pré-selecionados, através do hábito de consumo de produtos derivados de manga e com capacidade de discriminar as diferenças no teste triangular e pareado, foram chamados para compor a mesa redonda para o levantamento de termos descritivos.

Os provadores primeiramente desenvolveram os termos descritivos, para o teste ADQ, por meio do método de rede de Kelly, para a manga desidratada. Onde cada provador recebeu as amostras aos pares, em todas as combinações e verbalizaram as similaridades e diferenças entre cada amostra apresentada (ABNT, 1998a; CARDELLO, DA SILVA, DÁMASIO, 1999). Em seguida, o grupo de provadores se reuniu para um debate aberto e sob a supervisão de um líder, para elaborar uma lista de atributos sensoriais, que realmente caracterizavam os produtos, conforme indicada na tabela 05.

A equipe agrupou termos similares e definiu os termos descritivos que melhor caracterizavam cada amostra, sendo que com estes termos juntamente com os materiais de referência (tabela 06), foi elaborada a ficha de avaliação das amostras, indicada na figura 19, juntamente com a escala não estruturada de 9 cm e ancorada na extremidade, à esquerda pelo termo “fraco” e à direita “forte” para textura; para o sabor ácido: a esquerda “pouco ácido” e à direita “muito ácido”; e para o sabor doce: à esquerda para “pouco doce” e à direita “muito doce”.

TABELA 05 – ATRIBUTOS SENSORIAIS UTILIZADOS PARA AS AMOSTRAS DE MANGA DESIDRATADA

Atributos Sensoriais	Definições
Textura	Força requerida à mordida e a mastigação.
Sabor Ácido	Sensação do gosto ácido na língua.
Sabor Doce	Sensação do gosto doce na língua.

TABELA 06 – TERMOS DESCRITIVOS, DEFINIÇÕES E MATERIAIS DE REFERÊNCIA UTILIZADOS NO TESTE DE ADQ

Atributos Sensoriais	Definições	Materiais de Referências
Textura	Força requerida a mordida e a mastigação	Menor intensidade: manga <i>in natura</i> Maior intensidade: damasco seco argentino
Sabor Ácido	Sensação do gosto ácido na língua.	Menor intensidade: damasco seco turco Maior intensidade: damasco seco argentino
Sabor Doce	Sensação do gosto doce na língua.	Menor intensidade: manga <i>in natura</i> Maior intensidade: suco natural de manga adoçado com 12% de sacarose

Posteriormente, foi realizado o treinamento com os provadores para memorizarem a intensidade mínima e máxima de cada atributo a ser avaliado, sendo utilizadas amostras referências para os extremos das escalas e visando que as notas atribuídas se apresentassem na mesma região da escala (CARDELLO, DA SILVA, DÁMASIO, 1999).

Para determinar a intensidade mínima para textura e sabor doce, os provadores receberam cubos (1,5cm±0,5) de manga *in natura*. Para determinar a intensidade máxima de textura e sabor ácido os provadores receberam uma amostra de damasco seco argentino. Para determinar a intensidade mínima para o sabor ácido, os provadores receberam uma amostra de damasco seco turco. E para determinar a intensidade máxima de sabor doce os provadores receberam uma amostra de suco natural de manga adoçado com 12% de sacarose. As referências foram escolhidas em função dos termos descritivos desenvolvidos e sugeridas pela equipe.

Após o treinamento, os testes sensoriais foram conduzidos individualmente e apresentados de forma monádica. Cada provador recebeu a amostra de manga desidratada, totalizando três amostras, e preencheu a ficha, conforme consta na

figura 19, assinalando a intensidade percebida do atributo avaliado (DUTCOSKY, 1996; ABNT, 1998b).

FIGURA 19 - MODELO DA FICHA PARA ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA

Nome: _____ idade _____ Data: _____		
ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA		
<p>Prove cuidadosamente cada amostra de manga desidratada apresentada, avaliando inicialmente as características de textura e após, o sabor ácido e o sabor doce. Marque com um traço na reta a intensidade percebida do atributo solicitado.</p>		
1. TEXTURA: resistência a mordida/mastigação		
Amostra	Fraca	Forte
_____	-----	
_____	-----	
_____	-----	
2. SABOR ÁCIDO		
Amostra	Pouco ácido	Muito ácido
_____	-----	
_____	-----	
_____	-----	
3. SABOR DOCE:		
Amostra	Pouco doce	Muito doce
_____	-----	
_____	-----	
_____	-----	

3.2.4 – Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, considerando-se quatro tratamentos (CTE, SAC, SOR, STV). Os resultados obtidos nas determinações físico-químicas da manga *in natura* (matéria-prima) e das amostras de mangas desidratadas foram tratados estatisticamente, sendo calculado os desvios padrões e realizada a análise de variância (ANOVA), quando necessário. (KOEHLER, 1999).

Com os dados coletados nas avaliações sensoriais, os resultados do teste de ADQ foram analisados estatisticamente por ANOVA de 2 fatores (provadores e amostra) com interação para cada atributo e teste de média de Tukey. Para o conjunto das análises estatísticas, foi utilizado o programa computadorizado MSTAT-C, versão 2.10 (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1989).

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

4.1.1 Matéria-prima

As características físicas e químicas da manga utilizada neste estudo estão indicadas nas tabelas 07 e 08.

TABELA 07 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DAS MANGAS VARIEDADE *TOMMY ATKINS*.

Determinações	Média
Massa da fruta (g)	600,89±68,06
Comprimento (cm)	11,98±1,29
Diâmetro menor (cm)	8,59±0,41
Massa da casca (%)	13,89±1,42
Massa caroço (%)	12,88 ±2,01
Polpa (%)	73,21 ±3,16

A massa média dos frutos foi de 600,89g e está dentro do intervalo de 400 a 700g encontrado por BLEINROTH *et al.*, 1985 apud SANTOS, (2003, p.06), indicando que foram utilizadas frutas classificadas como sendo grande. Os valores encontrados para o comprimento (11,98 cm) e para o diâmetro menor (8,59 cm) ficaram próximos aos valores encontrados por SANTOS (2003).

Ainda com os dados indicados na tabela 07 verifica-se que 73,21% do fruto é composto pela polpa que pode ser utilizada para a produção de fruta desidratada e ainda para outros produtos, tais como sucos e polpas congeladas. São considerados descartes os 13,89% da casca e 12,88% dos caroços.

A tabela 08 indica os valores médios de sólidos solúveis totais (SST), pH, umidade, sólidos totais, acidez titulável total (ATT), atividade de água, açúcares redutores, não redutores e totais e a relação SST/ATT do fruto manga utilizado no experimento.

TABELA 08 - VALORES MÉDIOS DAS DETERMINAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MANGA VARIEDADE *TOMMY ATKINS IN NATURA*

Análises físicas e químicas	Médias da fruta <i>in natura</i>
Sólidos Solúveis Totais - SST (°Brix)	14,13 ±0,61
pH	4,41±0,10
Umidade (%)	86,48 ±1,22
Sólidos Totais (%)	13,52±1,22
Acidez Titulável Total -ATT(% ácido cítrico)	0,122±0,004
Atividade de água (20°C)	0,9960±0,001
Açúcares redutores (% em glicose)	3,22±0,01
Açúcares não redutores(%em sacarose)	7,87±0,02
Açúcares totais (%)	11,09±0,02
Relação SST/ATT	115,82

O valor médio de 14,13°Brix determinado nas amostras de manga (tabela 08) está abaixo do valor (15°Brix) obtido na matéria-prima utilizada no estudo desenvolvido por SANTOS (2003) e de 16,1°Brix apresentado por MÚJICA-PAZ e colaboradores (2003), mas encontra-se no intervalo de 6,65 a 21,9% apresentado no estudo de COCOZZA (2003), sendo que esta oscilação pode ocorrer devido à diferença do cultivar, do estágio de maturação do fruto e das condições de plantio.

Algumas variedades, como a *Tommy Atkins* utilizada neste estudo, apresentam teores mais baixos de sólidos solúveis totais, com aproximadamente 12,0% no início da maturação (COCOZZA, 2003).

O valor de pH de 4,41 obtido está acima do encontrado por SANTOS (2003) de 4,11 este dado pode ser explicado pelo fato de a manga ser considerada um fruto ácido, na maioria das variedades apresentando valores de pH abaixo de 4,5.

ROCHA e colaboradores, (2001) encontraram valores de pH variando entre 3,23 a 4,51 para mangas *Tommy Atkins* nos estádios 'verde' a 'traços de verde'.

Durante o amadurecimento da manga há diminuição da acidez e conseqüentemente aumento do pH, pois os ácidos orgânicos voláteis e não voláteis estão entre os constituintes celulares metabolizados durante o processo de amadurecimento (COCOZZA, 2003). O valor de acidez encontrado para a manga (0,122%) é menor do que os encontrados por KANESHIRO e colaboradores (1995) de 0,5% em polpa de mangas verdes e de 0,15% em mangas maduras *Tommy Atkins*. Com os dados de pH e acidez obtidos na manga utilizada tem-se o indicativo que a matéria-prima está em estágio de maturação "madura".

Os valores dos teores de açúcares também são de grande importância para a qualidade do produto final. Os valores obtidos para açúcares totais (11,09%) apresentam-se próximos dos valores apresentados no estudo de SANTOS (2003), e dentro da faixa (11 a 15%) apresentada por BORGES E MENEGALLI (1994). Quanto aos açúcares redutores (3,22%) estão de acordo com o valor encontrado por MÚJICA-PAZ e colaboradores (2003) que foi de 3,20% e dentro da faixa (3,1-4,4%) apresentada por BORGES E MENEGALLI (1994), caracterizando a manga como adequada ao processamento.

O teor médio de umidade da manga *in natura* (86,48%) está próximo ao apresentado por SANTOS (2003) e BORGES e MENEGALLI (1994) e 84,1% apresentado por MÚJICA-PAZ e colaboradores (2003) e o valor da atividade de água (0,9960) também é similar ao apresentado por SANTOS (2003). As mangas como outros frutos possuem grande teor de água disponível e o controle destes parâmetros deve ser acompanhado, principalmente no desenvolvimento de frutas desidratadas, pois são indicativos de ambiente favorável para o desenvolvimento microbiano e conseqüentemente para a degradação do fruto.

A relação SST/ATT é indicativa de qualidade. Os valores variam em função do estágio de maturação, para variedade *Tommy Atkins* estudos relatam um mínimo de 5,1 de SST/ATT nos frutos colhidos aos 75 dias, após indução floral, até 87,0 de SST/ATT nos frutos colhidos aos 120 dias e armazenados sob condições de refrigeração (COCOZZA, 2003). O valor desta relação encontrado nesse estudo de 115,82 se apresentou maior do que os valores citados por COCOZZA (2003)

indicando uma boa relação entre o sabor e concentração de açúcares e caracterizando a matéria-prima utilizada nesse estudo como estando no estágio madura e sugerindo que a mesma está adequada ao processamento.

Ao comparar os resultados físicos e químicos da manga *in natura*, utilizada como matéria prima, obtidos neste trabalho com os resultados dos demais estudos, deve-se ressaltar que estes apresentam diferenças provavelmente devido as diferentes condições climáticas, tipo da colheita e de cultivo.

4.1.2 Produto Final

As amostras de mangas desidratadas osmoticamente por 2 horas a 50°C em solução desidratante com sacarose, sorbitol e estévia e finalizadas por secagem convectiva, em estufa com circulação de ar a 60°C até atividade de água entre 0,6 e 0,7, foram analisadas físico-química e os resultados de sólidos solúveis totais (SST), pH, umidade, sólidos totais, acidez titulável total (ATT) e atividade de água são indicados na tabela 09.

TABELA 09 - VALORES MÉDIOS DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS MANGAS DESIDRATADAS E SECAS

Análises físicas e químicas	TRATAMENTO				
	Matéria-prima: Manga <i>in natura</i>	Manga <i>in natura</i> desidratada (CTE)	Sacarose (SAC)	Sorbitol (SOR)	Estévia (STV)
SST Brix (°)	14,13 ±0,61c	14,11±0,14c	26,04±0,21b	28,05±0,27a	12,60±0,45d
pH	4,41±0,10a	4,51±0,05a	3,74±0,08b	3,70±0,07b	3,84±0,07b
Umidade (%)	86,48 ±1,22a	31,14±0,05b	31,45±0,12b	30,49±0,11b	nd
Sólidos Totais (%)	13,52±1,22b	68,86±0,05a	68,55±0,12a	69,51±0,11a	nd
Acidez Total – ATT (% ácido cítrico)	0,122±0,004d	0,537±0,022a	0,421±0,012b	0,319±0,000c	nd
Atividade de água a 25°C	0,996±0,001a	0,625±0,001c	0,634±0,001b	0,613±0,001d	nd

Nota: nd = não determinado

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p < 0,0001$

Os valores de SST, indicados na tabela 09, encontrados para o tratamento com sacarose (26,04 °Brix) e com sorbitol (28,05 °Brix) mostraram-se superiores significativamente ($p < 0,0001$) ao da matéria-prima (14,13 °Brix) e da fruta *in natura* desidratada (14,11 °Brix), mostrando que houve uma impregnação de sólidos durante a desidratação osmótica, já o valor encontrado para o tratamento com estévia, 12,60 °Brix, não mostrou impregnação de sólidos e sim uma redução significativa ($p < 0,0001$), o que pode ser explicado pela perda de ácidos, açúcares e outros componentes hidrossolúveis durante a desidratação osmótica.

A desidratação osmótica em solução composta com estévia não foi eficiente, sendo assim descartada como método de conservação por redução da umidade e impregnação de solutos e não mais utilizada no decorrer deste projeto.

O valor de SST encontrado para o tratamento com sacarose (26,04 °Brix) se mostrou bem próximo a 28,0 °Brix encontrado por SANTOS (2003), que tratou osmoticamente mangas da variedade *Tommy Atkins* em solução de sacarose 60°Brix por 4 horas à 30°C. No presente estudo foi utilizado o tempo de 2 horas e uma temperatura de 50°C, sendo a temperatura superior, o que possibilitou um aumento de SST, ou seja uma maior impregnação em um menor espaço de tempo.

O valor de pH, indicado na tabela 09, das frutas desidratadas osmoticamente em solução de sacarose (3,74) e de sorbitol (3,70) mostrou-se significativamente ($p < 0,0001$) inferior ao da fruta *in natura* (4,41). Este fato deve-se a solução desidratante ser acidificada até pH 4,0 com uso de ácido cítrico, que por ser hidrossolúvel também pode ser impregnado osmoticamente abaixando assim o pH do fruto. Um valor de 3,8 para o pH foi encontrado no estudo de SANTOS (2003) com manga osmoticamente desidratada.

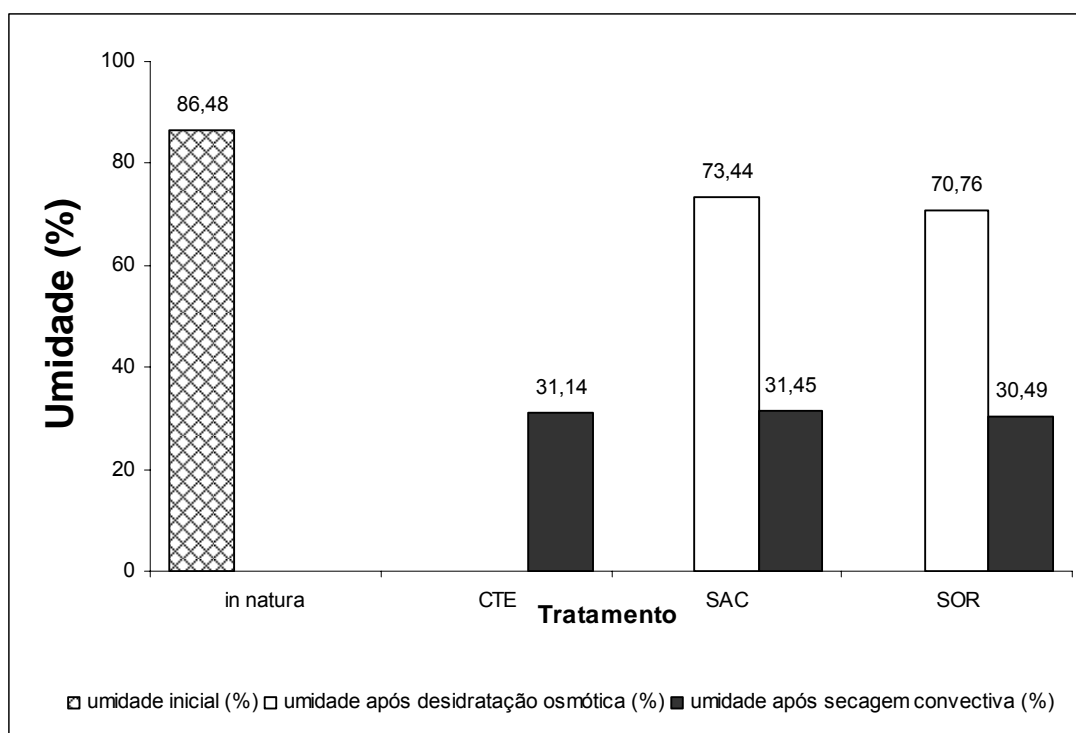
A acidez total do produto final se apresentou com valores significativamente ($p < 0,0001$) maiores (0,537%, 0,421% e 0,319%) do que o valor encontrado para a matéria-prima (0,122%), esse fato pode ser atribuído, como na análise do pH, ao fato de que a solução desidratante foi acidificada para correção do pH e o ácido cítrico utilizado também fez parte dos sólidos que foram impregnados na desidratação osmótica.

Com relação a atividade de água que foi o parâmetro escolhido para a determinação do tempo final de secagem, e considerando que os microorganismos

não se desenvolvem quando esta se encontra na faixa de 0,6-0,7, os valores indicados na tabela 09 dos produtos finais dos tratamentos SAC (0,613), SOR (0,634) e CTE (0,625) estão dentro desta faixa sendo significativamente ($p < 0,0001$) menores que o valor da manga *in natura* (0,996). No tratamento CTE foi necessário um acréscimo de 2 horas no tempo de secagem convectiva para serem atingidos os valores de 0,6 -0,7 de a_w .

Os valores de umidade do produto final desidratado osmoticamente com sacarose (31,45%) e sorbitol (30,49%) não diferiram significativamente ($p < 0,0001$). Essa diferença também não ocorreu ao compararmos com a manga *in natura* desidratada (31,14%). Porém para esse tratamento foi necessário um acréscimo de 2 horas no tempo de secagem convectiva, mostrando assim que a etapa de desidratação osmótica se mostra adequada à redução parcial da umidade e os valores de umidade após desidratação osmótica, bem como os valores de umidade e sólidos totais indicados na tabela 09 são ilustrados na figura 20.

FIGURA 20 – TEORES DE UMIDADE E SÓLIDOS TOTAIS DAS MANGAS *IN NATURA* E DESIDRATADAS



Nota: CTE (manga desidratada sem tratamento); SAC (manga tratada com sacarose); SOR (manga tratada com sorbitol).

Observando a figura 20 verifica-se que o objetivo dos tratamentos SAC e SOR aplicados para a desidratação osmótica complementada com secagem convectiva da manga foram alcançados, uma vez que, houve redução da umidade de 55,03% para o tratamento com sacarose (SAC) e de 55,99% para o tratamento com sorbitol (SOR), o que possibilita uma maior estabilidade do produto e acréscimo da vida de prateleira do mesmo.

A manga *in natura* que somente foi seca, tratamento CTE, obteve uma redução de 55,34% de umidade, porém seu tratamento foi de 2 horas a mais do que os tratamentos SAC e SOR. Este tempo foi necessário para a redução do valor de atividade de água desejado (entre 0,6-0,7) para o fim do processo.

Analisando a umidade após a desidratação osmótica, onde o tratamento é responsável por uma redução parcial desta, verifica-se que durante o tratamento de 2 horas com o uso da solução de sacarose (SAC), ocorre uma redução de 13,04% e com sorbitol (SOR) de 15,72%.

Os valores de açúcares totais, redutores e não redutores determinados para todos os tratamentos são indicados na tabela 10.

TABELA 10 – AÇÚCARES REDUTORES, AÇÚCARES NÃO REDUTORES E AÇÚCARES TOTAIS DA MANGA *IN NATURA* E DESIDRATADAS.

Análises físicas e químicas	TRATAMENTO			
	Matéria-prima Manga <i>in natura</i>	Manga <i>in natura</i> desidratada (CTE)	Sacarose (SAC)	Sorbitol (SOR)
Açúcares redutores (% em glicose)	3,22±0,01d	17,85±0,03b	21,38±0,05a	12,51±0,18c
Açúcares não redutores (% em sacarose)	7,87±0,02d	34,64±0,15a	33,09±0,14b	19,15±0,11c
Açúcares totais (%)	11,09±0,02d	52,49±0,16b	54,47±0,09a	31,66±0,10c

Nota: Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p < 0,0001$

O valor de açúcares redutores encontrado para o tratamento SAC (21,38%) indicam um aumento significativo de 18,16% ($p < 0,0001$) em relação ao da manga *in natura* (3,22%). O valor obtido no presente estudo foi superior ao encontrado, 8,18%, por SANTOS (2003), que desidratou fatias de manga com solução de 65°Brix a 30°C/4h. Essa diferença se dá provavelmente em função de uma maior

impregnação de sacarose devido a maior temperatura utilizada neste estudo (50°C). Visto que, segundo ANTONIO (2002) o aumento da temperatura faz com que ocorra maior remoção de água, um aumento na incorporação de solutos e um decréscimo de tempo de tratamento.

O mesmo aconteceu para o valor de açúcares não redutores SAC (33,09%) em relação à manga *in natura* (7,87%) e consequentemente para os açúcares totais. Este fato é atribuído à própria desidratação e a incorporação de sólidos durante a troca osmótica. A manga *in natura* desidratada tratada somente por secagem convectiva (CTE) também apresentou para os açúcares valores superiores aos da manga *in natura*, este fato ocorre porque o açúcar é concentrado pela perda de umidade (redução de massa) durante a secagem.

4.2 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

A determinação do tempo de desidratação osmótica utilizado neste trabalho, fixado em 2 horas, foi baseada em dados de outros estudos, onde são verificados que no período inicial (aproximadamente 2 horas) da desidratação osmótica ocorre alta taxa de remoção de água, alto ganho de sólidos com 30 minutos. Baseou-se também por ensaios preliminares do tratamento osmótico. (TORREGGIANI, 1993; ANTONIO, 2002; ANGELINI, 2002).

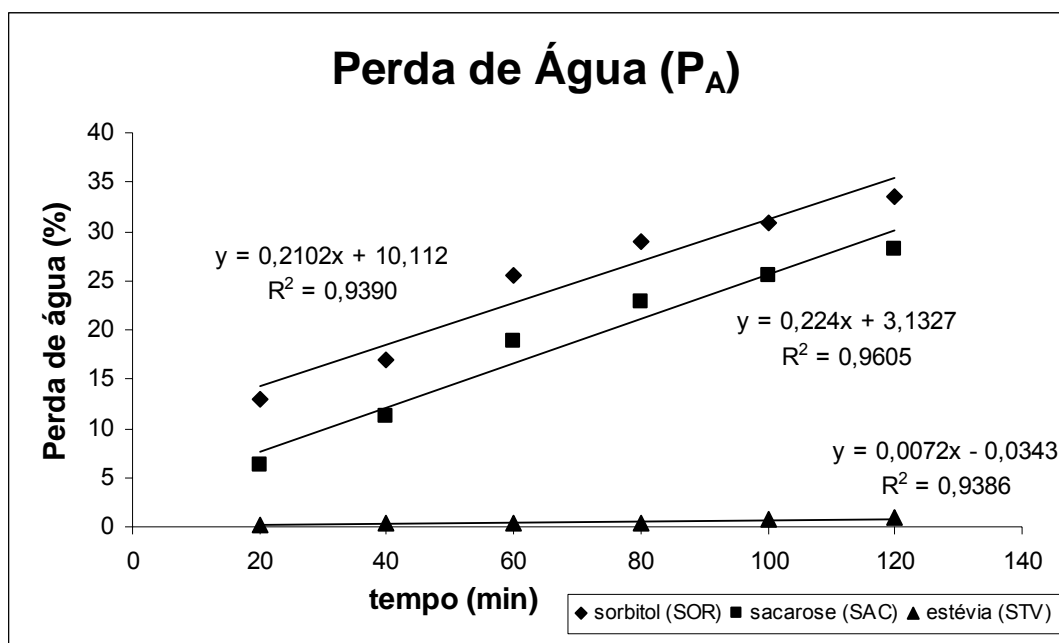
Com os dados obtidos neste estudo e utilizando-se das equações 01, 02 e 03 fez-se os cálculos de perda de água (P_A), ganho de sólidos (G_S) e perda de massa (P_P) para os tratamentos com solução de sacarose (SAC), sorbitol (SOR) e estévia (STV)

4.2.1 Cálculo da perda de água, ganho de sólidos e perda de massa

4.2.1.1 Perda de água

A figura 21 ilustra os dados da perda de água (P_A) para os tratamentos de desidratação osmótica utilizando soluções de sacarose (SAC), sorbitol (SOR) e estévia (STV), durante 2 (duas) horas de tratamento.

FIGURA 21 – PERDA DE ÁGUA (P_A) PARA MANGA TRATADA OSMOTICAMENTE COM SACAROSE (SAC), SORBITOL (SOR) E ESTÉVIA (STV).



Observa-se pelos valores de R^2 , acima de 0,93, que os dados apresentam boa correlação dos pontos experimentais indicados no gráfico da figura 21.

Ao analisarmos o gráfico indicado na figura 21, é observada uma perda de água ao final da desidratação osmótica (DO) de aproximadamente 33,46% para o tratamento com sorbitol (SOR), de 28,16% para o tratamento com sacarose (SAC) e de 0,86% para a solução composta com estévia.

O valor de perda de água para o tratamento com sacarose (28,16%) se situa no intervalo de 28% a 35% encontrado por SOUZA NETO e colaboradores (2004) em seu estudo com manga utilizando solução de sacarose 45°-55°Brix/65°C e é superior a 27% encontrado por EL-AQUAR e MURR (2003) na desidratação osmótica a 30°C com sacarose (70°Brix) do mamão formosa. Isto se deve ao fato de que no presente estudo foi utilizada uma temperatura superior (50°C) ao estudo citado. SANTOS (2003) realizou um estudo com mangas e encontrou em média 36,66% de perda de água sendo esse valor superior ao encontrado no presente estudo, e essa diferença pode ser atribuída, à diferença na concentração da

solução (65 °Brix) e a geometria da amostra (placas planas) utilizada por aquele autor.

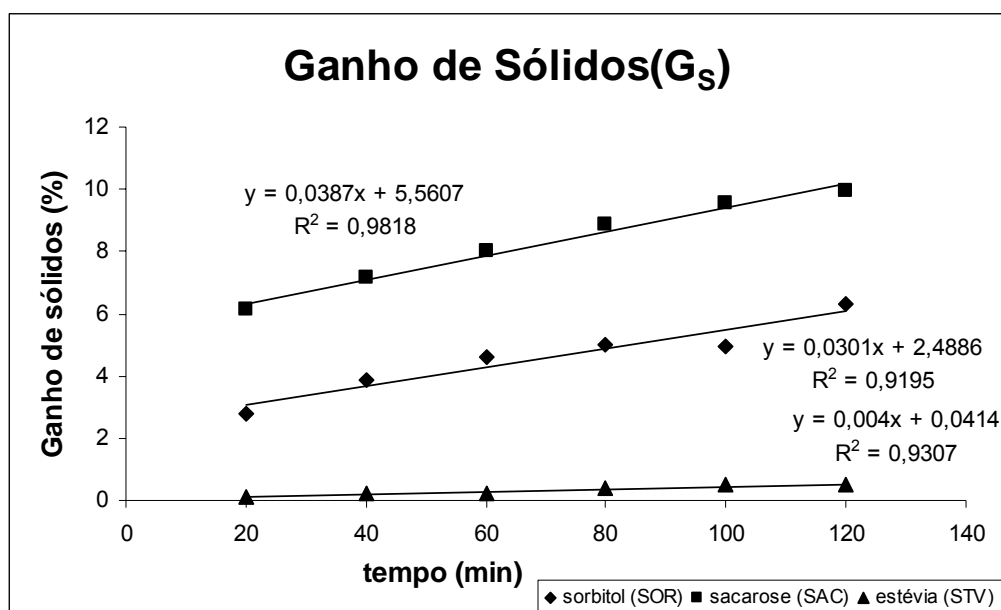
O valor encontrado, indicado na figura 21, para o tratamento com estévia mostra que esse agente osmótico não apresenta um bom resultado na remoção de água do fruto pois apresentou perda de água máxima igual a 0,86%.

Pela figura 21 verifica-se que o tratamento osmótico com sorbitol apresenta perda de água significativamente ($p < 0,05$) maior do que o tratamento com sacarose, este fato pode ser devido a diferença de massa molecular dos solutos ($PM_{\text{sorbitol}}=294$ e $PM_{\text{sacarose}}=342$) indicando que o sorbitol tem maior facilidade de incorporação no fruto, e sabendo-se que o sorbitol é um soluto higroscópico verifica-se que este tem maior capacidade de desidratação do fruto.

4.2.1.2 Ganho de sólidos

A figura 22 ilustra os dados de ganho de sólidos (G_s) para os tratamentos de desidratação osmótica utilizando soluções de sacarose (SAC), sorbitol (SOR) e estévia (STV), durante 2 (duas) horas de tratamento.

FIGURA 22 – GANHO DE SÓLIDOS(G_s) PARA MANGA TRATADA OSMÓTICAMENTE COM SACAROSE (SAC), SORBITOL (SOR) E ESTÉVIA (STV)



Observa-se que os valores de R^2 , acima de 0,91, indicam uma boa correlação dos pontos experimentais indicados no gráfico da figura 22.

Observa-se, na figura 22, um ganho de sólidos ao final da desidratação osmótica (DO) de aproximadamente 9,93% para o tratamento com sacarose (SAC), de 6,31% para o tratamento com sorbitol (SOR) e de 0,49% para a solução composta com estévia.

O valor de ganho de sólidos para o tratamento com sacarose (9,93%) é similar ao encontrado por ANTONIO (2002) de 9,70% na desidratação osmótica do mamão com sacarose.

O ganho de sólidos obtido está dentro da faixa (7% a 10%) encontrada por SOUZA NETO e colaboradores (2004) no estudo com manga osmoticamente desidratada com solução de sacarose de 45° a 55°Brix/65°C. SANTOS (2003) avaliou para a manga e encontrou em média 12% de ganho de sólidos sendo esse valor superior ao encontrado no presente estudo, esse fato pode ser explicado provavelmente pela geometria da amostra utilizada que eram fatias, ou seja placas planas o que facilita a incorporação de sólidos devido a maior área de contato da fruta com a solução desidratante.

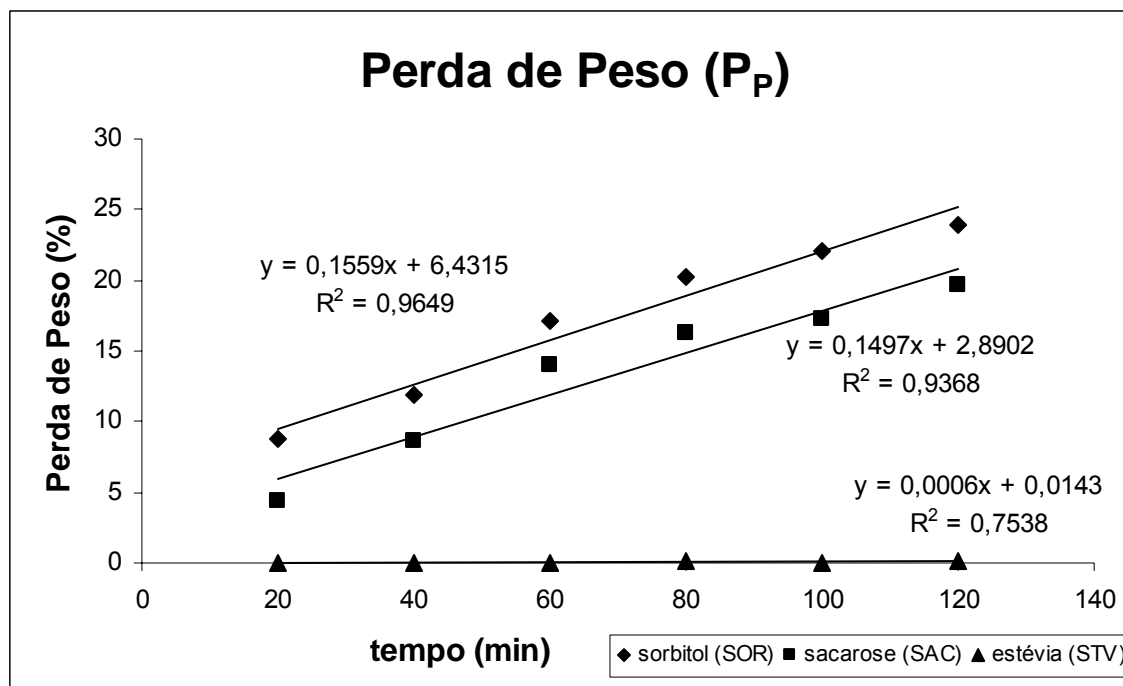
O valor encontrado para o tratamento com estévia mostra que esse agente osmótico não apresenta um bom resultado no ganho de sólidos do fruto.

Pela figura 22 verifica-se que o tratamento osmótico com sacarose apresenta ganho significativo ($p < 0,05$) de sólidos se comparado ao tratamento com sorbitol, este fato fica evidenciado pelos valores obtidos com o tempo de 120min, de ganho no tratamento SAC de 9,93% e de 6,31% no tratamento SOR.

4.2.1.3 Perda de peso

A figura 23 indica os dados obtidos de perda de peso (P_P) para os tratamentos estudados, durante 2 (duas) horas de processo de desidratação osmótica.

FIGURA 23 – PERDA DE MASSA (P_P) PARA MANGA TRATADA OSMOTICAMENTE COM SACAROSE (SAC), SORBITOL (SOR) E STÉVIA (STV)



Observa-se uma perda de peso ao final da desidratação osmótica de aproximadamente 19,65% para o tratamento com sacarose, de 23,91% para o tratamento com sorbitol e de 0,1% para a solução composta com estévia. Sendo os tratamentos SAC e SOR com comportamentos de perda de peso bem similares porém diferentes significativamente ($p < 0.05$).

O valor de perda de peso para o tratamento osmótico com sacarose (19,65%), se encontra dentro da faixa (18% a 24%) obtida por SOUZA NETO e colaboradores (2004) e inferior ao encontrado por SANTOS (2003) onde este encontrou em média 28,5% de perda de peso. Esse fato pode ser explicado pela geometria (placas planas) da amostra utilizada, o que facilita a incorporação de sólidos e a perda de peso devido a maior área de contato da fruta com a solução desidratante fato também relatado por SABLANI e RAHMAN (2002) que afirmaram que a geometria da amostra influencia na cinética da desidratação osmótica.

Comparando as figuras 21 e 22 observa-se que a perda de água é bem maior que o ganho de sólidos. TREGUNNO e GOFF (1996) e LENART (1996), descreveram que quanto menor o ganho de sólidos num processo de desidratação osmótica melhor é o resultado em termos de cor, textura e sabor do produto final,

pois esses se mantêm próximos ao sabor da fruta *in natura*. E quanto maior a perda de água, consequentemente menor será sua atividade de água e poderá ter um aumento em sua vida de prateleira, reduzindo o tempo do tratamento complementar, como por exemplo a secagem convectiva.

Avaliando as figuras 22 e 23 verifica-se que ocorreu uma maior perda de massa para o tratamento com sorbitol, e um menor ganho de sólidos em relação ao tratamento com sacarose, esse fato foi relatado por ERBA e colaboradores (1994) que demonstraram que a presença de sorbitol promove uma diminuição da incorporação de sólidos e um aumento da perda de massa em pêssegos.

4.2.2 Cálculo do Coeficiente Efetivo de Difusão

Para o estudo da cinética de desidratação osmótica utilizou-se o modelo baseada na segunda Lei de Fick (CREMASCO, 2002). Para uma configuração geométrica cúbica e as condições de contorno adequadas ao problema, segundo EL-AQUAR e MURR (2003), têm-se a equação 11:

$$\frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} = \left[\frac{8}{\pi^2} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \exp \left[- (2i+1)^2 \pi^2 D_{ef} \frac{t}{4L^2} \right] \right]^3 \quad (11)$$

Onde:

X_t = umidade média no tempo t (s);

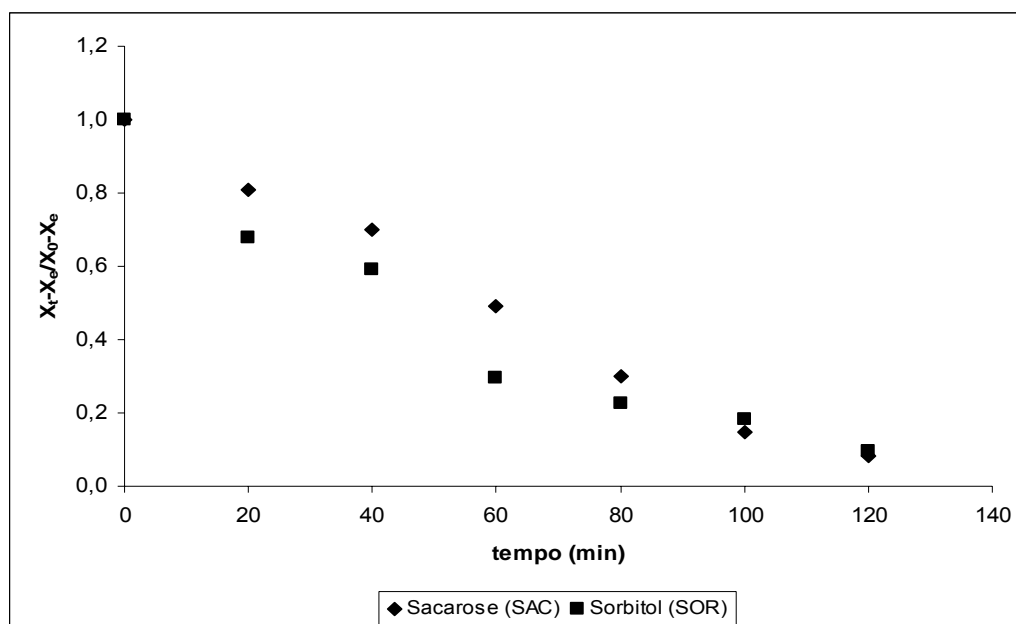
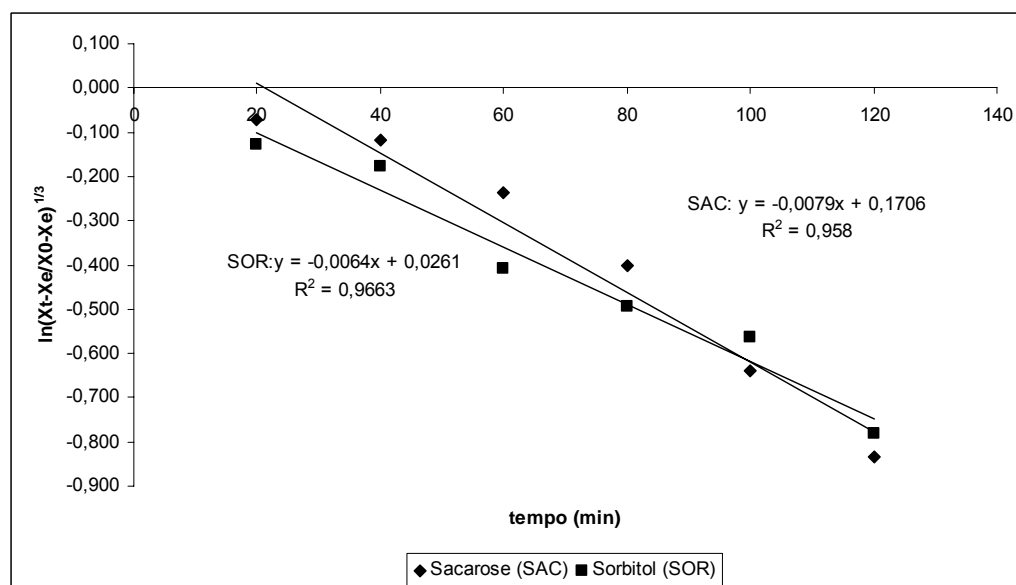
X_e = umidade no equilíbrio (%);

X_0 = umidade inicial (%);

D_{ef} = difusividade efetiva ($m^2.s^{-1}$);

L = dimensão característica (m)

Na figura 24 é indicada a cinética de desidratação de cubos de manga em solução osmótica com sacarose (SAC) e sorbitol (SOR) e na figura 25 é indicado o gráfico da resolução da equação 11 de onde foram obtidas as equações de ajuste linear indicadas na tabela 11, são apresentados ainda os valores de R^2 e os coeficientes efetivos de difusão calculados com os dados deste estudo.

FIGURA 24 – CINÉTICA DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA**FIGURA 25 – AJUSTE PARA CÁLCULO DO COEFICIENTE EFETIVO DE DIFUSÃO (D_{ef})****TABELA 11 – EQUAÇÕES DO AJUSTE, VALORES DE D_{ef} CALCULADOS**

Tratamento	Equação do ajuste	R^2	D_{ef} (m^2/s)
Sacarose (SAC)	$y = -0,0079x + 0,1706$	0,958	2,13E-0
Sorbitol (SOR)	$y = -0,0064x + 0,0261$	0,966	1,73E-0

Onde: $y = \ln(X_t - X_e) / (X_0 - X_e)^{1/3}$ e $x = \text{tempo (s)}$

Os coeficientes efetivos de difusão indicados na tabela 11 variam de $1,73 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ e $2,13 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$, porém eles mantêm a mesma ordem de grandeza, esses dados são maiores do que os encontrados por EL-AQUAR e MURR (2003) que foram de $4,66 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ e $5,03 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ no estudo com mamão formosa em solução de sacarose 70 °Brix a 30°C. Esse aumento no coeficiente de difusão também foi relatado por PONTING e colaboradores (1966) mostrando que existe a tendência de um aumento da taxa de osmose com o aumento da temperatura.

JENA e DAS (2005) estudando a desidratação osmótica de abacaxi e maçãs relatam que com o aumento da temperatura de trabalho há tendência de aumentar o valor da difusividade efetiva. De acordo com TAKEUCHI, SABADINI e CUNHA (2005), a estrutura física do material tem uma grande influência no processo de difusão.

No tratamento SAC onde se utilizou a sacarose e, por este soluto ter maior coeficiente efetivo de difusão ($D_{\text{ef}}=2,13 \times 10^{-8}$), ou maior capacidade de impregnação em relação ao sorbitol ($D_{\text{ef}}=1,73 \times 10^{-8}$) é que pode-se explicar provavelmente o fato de o tratamento SAC ter obtido o maior ganho de sólidos em um mesmo tempo de desidratação.

4.3 SECAGEM

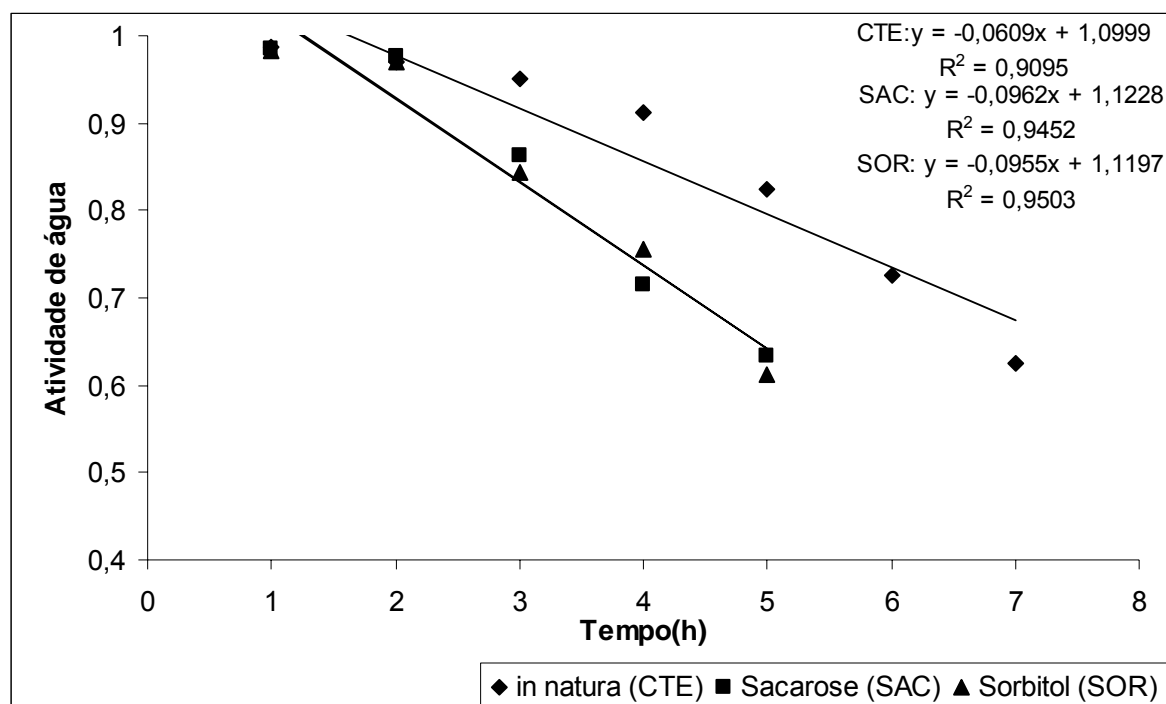
A secagem das amostras de manga desidratadas osmoticamente com tratamentos de sacarose e sorbitol e dos cubos de manga *in natura* foi conduzida em secador, com circulação de ar a 60°C, e vazão média do ar de $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. O critério de parada da secagem convectiva foi estabelecido por meio de medidas de atividade de água até o valor na faixa de 0,6 a 0,7, sendo esses valores indicados na tabela 12.

TABELA 12 – VALORES DE ATIVIDADE DE ÁGUA (a_w) APÓS A SECAGEM CONVECTIVA

	Matéria-prima: Manga <i>in natura</i>	Manga <i>in natura</i> desidratada (CTE)	Sacarose (SAC)	Sorbitol (SOR)
Atividade de água (25°C)	0,9960±0,001	0,625±0,001	0,634±0,001	0,613±0,001

Os dados e o ajuste linear do acompanhamento da atividade de água durante a secagem convectiva estão indicados na figura 26.

FIGURA 26 - CURVAS DA ATIVIDADE DE ÁGUA DA SECAGEM CONVECTIVA DE MANGAS



O gráfico indicado na figura 26 demonstra que a secagem de cubos de manga do tratamento CTE foi finalizada em 7 horas, quando a atividade de água foi igual a 0,625, valor que está dentro do intervalo de 0,6 a 0,7, os demais tratamentos com sacarose e sorbitol foram finalizados após 5 horas de secagem.

Verifica-se que a redução de atividade de água em relação à matéria-prima, manga *in natura*, foi de 37,25% para os cubos de manga *in natura* (CTE) após secagem de 7 horas no secador, de 36,34% para cubos osmoticamente desidratados com solução de 50% de sacarose e 38,45% para cubos desidratados com solução de 50% de sorbitol ambas secas por 5 horas.

Observando ainda a figura 26 é possível constatar que os resultados das atividades de água durante a secagem convectiva para o tratamento com sacarose e com sorbitol tiveram um comportamento similar.

4.4 COLORIMETRIA

Para a avaliação de cor foram medidos os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (croma verde-vermelho) e b^* (croma azul-amarelo), e foram calculados, pelas equações 08, 09 e 10, os valores de ΔE^* (diferença média de cor entre a fruta *in natura* e a processada), C^* (croma) e H^* (tom), a partir das equações citadas por PEREIRA (2002). Os valores dos parâmetros obtidos e calculados são indicados nas tabelas 13 e 14.

TABELA 13- VALORES DOS PARÂMETROS DE COR DA MATÉRIA PRIMA E APÓS DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

TRATAMENTO	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	C^*	H^*
Manga <i>in natura</i> (matéria-prima)	71,25 a	23,76 a	75,09 a	--	71,23 a	1,26 b
Manga desidratada osmoticamente com sacarose (SAC_{DO})	63,04 b	17,32 c	59,00 c	1,91 a	56,39 b	1,29 a
Manga desidratada osmoticamente com sorbitol (SOR_{DO})	61,32 c	20,56 b	61,03 b	1,84 a	57,45 b	1,25 c

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p < 0,05$.

L^* (luminosidade), a^* (croma verde-vermelho), b^* (croma azul-amarelo), ΔE^* (diferença média de cor entre a fruta fresca e a processada), C^* (índice de croma), H^* (tonalidade).

Os valores de luminosidade L^* após a desidratação osmótica nos tratamentos SAC e SOR foram significativamente ($p < 0,001$) menores em relação a fruta *in natura*, o que caracteriza um escurecimento do fruto durante a impregnação osmótica.

TABELA 14- VALORES DOS PARÂMETROS DE COR DOS TRATAMENTOS APÓS SECAGEM CONVECTIVA

TRATAMENTO	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	C^*	H^*
Manga <i>in natura</i> após secagem (CTE)	52,64 c	21,77 ab	58,02 a	2,14 a	53,77 a	1,21 b
Manga desidratada osmoticamente com sacarose após secagem (SAC)	56,37 a	20,74 b	58,20 a	1,53 a	54,38 a	1,23 a
Manga desidratada osmoticamente com sorbitol após secagem (SOR)	54,73 b	22,09 a	57,39 a	1,97 a	52,97 a	1,20 c

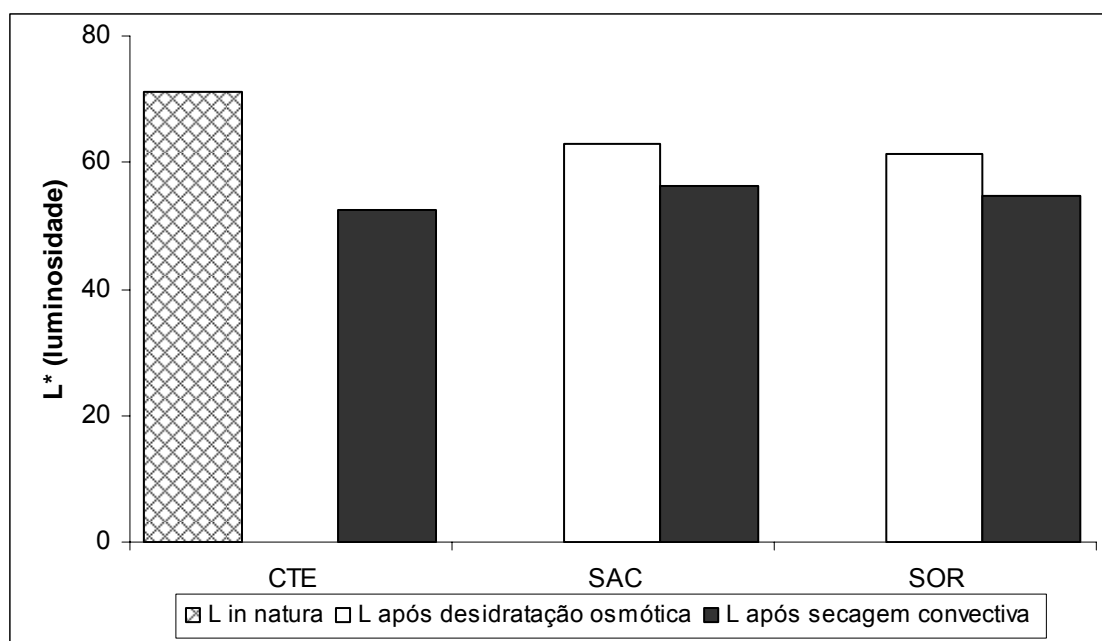
Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p < 0,05$.

L^* (luminosidade), a^* (croma verde-vermelho), b^* (croma azul-amarelo), ΔE^* (diferença média de cor entre a fruta fresca e a processada), C^* (índice de croma), H^* (tonalidade).

Após a secagem, conforme o indicado na tabela 14, os valores de luminosidade L^* , diferem significativamente ($p < 0,0001$) entre os tratamentos CTE, SAC e SOR o que caracteriza um maior escurecimento da manga *in natura* desidratada, menor valor de L^* (52,64), e uma maior luminosidade no tratamento SAC.

A figura 27 ilustra os valores de luminosidade (L^*) da fruta *in natura* e para os tratamentos CTE, SAC e SOR após desidratação osmótica e após a secagem convectiva.

FIGURA 27 – VALORES DE L^* - LUMINOSIDADE



Nota: CTE (manga desidratada sem tratamento); SAC (manga tratada com sacarose); SOR (manga tratada com sorbitol).

Observa-se na Figura 27 que no final da desidratação osmótica e da secagem convectiva houve uma maior tendência ao escurecimento, caracterizada pela redução do valor L^* , em relação a manga *in natura*. Essas mudanças de luminosidade nas amostras podem ser explicadas pela absorção de açúcares durante a desidratação osmótica, bem como pelo efeito da temperatura que favorece processos de escurecimento, como o escurecimento enzimático, a reação de Maillard e a caramelização (SOUSA *et al.*, 2003).

Com relação ao parâmetro a^* , valores indicados nas tabelas 13 e 14, a manga tratada com solução de sacarose e sorbitol após secagem apresentaram valores mais próximos à fruta *in natura* porém com um grau de diferença significativa de $p < 0,0001$, o que caracteriza que não houve uma mudança muito grande das amostras, mantendo assim a coloração próxima a da fruta *in natura*.

Com relação ao parâmetro b^* os valores após os tratamentos osmóticos com sacarose e com sorbitol se mostraram menores significativamente ($p < 0,0001$), caracterizando assim uma redução no croma amarelo e consequentemente um escurecimento das frutas este resultado poderia ser atribuído à degradação e isomerização dos carotenóides pelo calor, tempo de processamento e exposição à luz, ou ainda ao menor grau de maturação desta amostra em relação às demais (MACDOUGALL, 2002; SATO, SANJINEZ-ARGANDOÑA; CUNHA, 2004).

O índice de saturação (C^*) e o ângulo de tom (H^*) podem melhorar o entendimento das variações da cor encontrada nas amostras. O C^* indica a variação do grau de intensidade do croma (a^* e b^*) da amostra tratada com relação à *in natura*. Observa-se nas tabelas 13 e 14 que as amostras de mangas desidratadas osmoticamente apresentaram valores menores significativamente ($p < 0,0001$) de C^* , indicando uma alteração na coloração da fruta em relação à fruta *in natura*.

Os valores da tonalidade (H^*) das mangas desidratadas osmoticamente com sacarose apresentaram diferença significativa ($p < 0,0001$) com relação à fruta *in natura* e após a secagem convectiva os valores de H^* entre os tratamentos também diferem significativamente $p = 0,0016$.

Nota-se ainda que os valores de ΔE^* que significa a diferença média de cor entre a fruta *in natura* e a processada, apresentam diferença significativa $p = 0,009$ em relação à *in natura*. Em amostras de manga após a desidratação osmótica com sacarose e com sorbitol, essa diferença não ocorre entre os tratamentos SAC e SOR.

MATUSKA, LENART e LAZARIDES (2006) relatam que um processo com altas temperaturas ($> 50^\circ\text{C}$) resulta em degradação da cor após a segunda hora de pré-tratamento osmótico de morangos. PROTHON e colaboradores. (2001) desidratando osmoticamente maçãs e complementando a secagem em microondas

verificaram altos valores de L^* quando utilizavam temperaturas acima de 50°C. Entretanto, as amostras que eram pré-tratadas osmoticamente antes da secagem em microondas apresentavam um menor escurecimento que aquelas sem esse processamento.

4.5 ANÁLISE SENSORIAL

Após 7 dias de armazenamento procedeu-se a análise sensorial sendo aplicada a metodologia de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) que avaliou a textura, a acidez e o sabor doce nas mangas desidratadas e está indicada no item 3.2.4. As médias obtidas para estes atributos são indicadas na tabela 15.

TABELA 15 - MÉDIAS OBTIDAS NA AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS ATRIBUTOS TEXTURA, ACIDEZ E SABOR DOCE PARA A MANGA

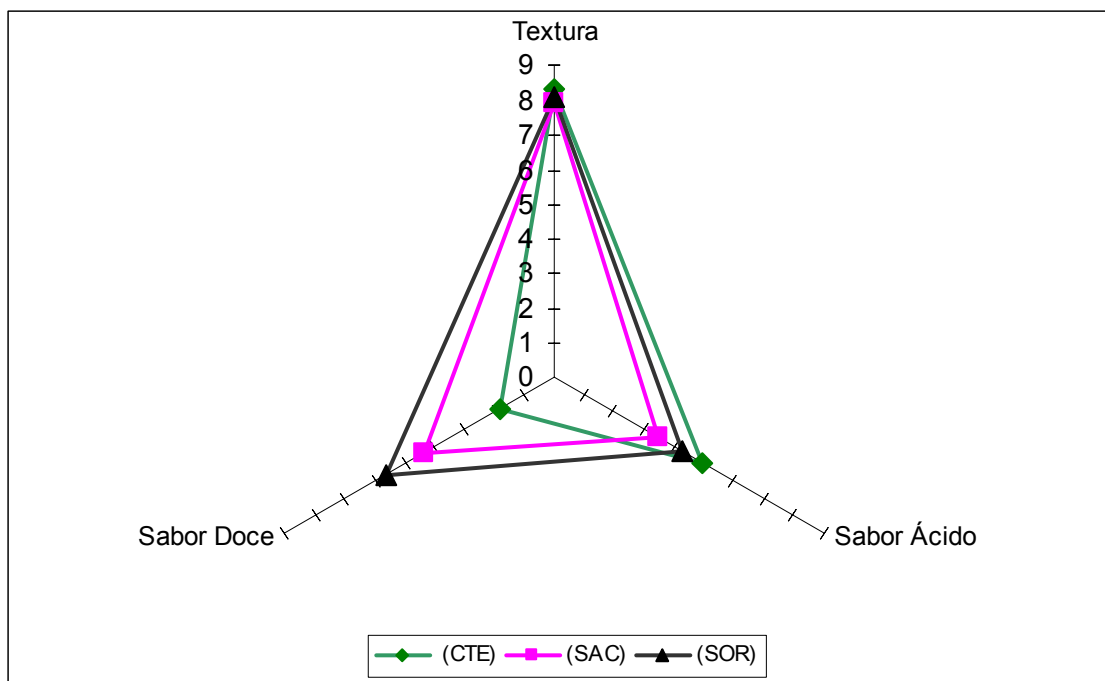
Atributo	Manga		
	<i>In natura</i> desidratada (CTE)	Sacarose (SAC)	Sorbitol (SOR)
Textura	8,28 a	7,89 a	8,08 a
Sabor Ácido	4,98 a	3,48 a	4,29 a
Sabor Doce	1,76 b	4,35 a	5,58 a

Os valores com letras iguais, na mesma linha, não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

A pré-seleção foi realizada com 18 candidatos, sendo 9 homens e 9 mulheres, com idades de 20 a 50 anos e após o levantamento de hábito de consumo do fruto e acertos nos testes triangulares obteve-se a equipe composta de 11 provadores que participaram efetivamente do teste de ADQ.

A Figura 28 indica uma representação gráfica dos resultados obtidos no teste de ADQ das mangas desidratadas. O centro do gráfico representa o ponto zero da escala e a intensidade aumenta do centro para a extremidade. O valor médio obtido por amostra para cada atributo é marcado no eixo correspondente, onde o perfil sensorial de cada amostra é traçado pela linha que faz a conexão dos pontos.

FIGURA 28 – COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MANGAS DESIDRATADAS



Nota: CTE (manga desidratada sem tratamento); SAC (manga tratada com sacarose); SOR (manga tratada com sorbitol).

A análise de variância dos dados dos atributos sensoriais das mangas mostrou que não houve diferença significativa ($p = 0,4429$) entre as amostras para o atributo textura, nem para o sabor ácido ($p=0,1764$). Fato este evidenciado pela percepção do sabor ácido, e na análise de acidez titulável foi constatada diferença significativa ($p<0,0001$) entre as amostras.

Houve diferença estatística para o atributo sabor doce ($p=0,00002$), a manga CTE apresentou doçura significativamente menor do que as amostras desidratadas com pré-tratamento osmótico com sacarose e sorbitol. Já as amostras dos tratamentos SAC e SOR não diferiram significativamente entre si, mostrando que a percepção de doçura com estes diferentes solutos se mostrou igual, mesmo sabendo-se que a sacarose possui doçura maior do que a do sorbitol.

5. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos na caracterização física e química da manga da variedade Tommy Atkins, conclui-se que a matéria-prima estava adequada para o processamento.

O tratamento utilizando solução composta com estévia não se mostrou satisfatório devido ao baixo ganho de sólidos e reduzida perda de água na desidratação osmótica.

O processo de desidratação osmótica complementado com secagem convectiva proporcionou um aumento nos sólidos solúveis dos tratamentos com sacarose e com sorbitol, concluindo-se assim que houve uma impregnação destes solutos com alteração significativa do sabor doce.

Após secagem convectiva foi verificada uma redução de umidade de 55,03% para o tratamento com sacarose, 55,99% para o com sorbitol em cinco horas de secagem após pré-tratamento e de 55,34% para o tratamento CTE porém com sete horas de secagem.

A maior perda de água (33,46%) da manga durante a desidratação osmótica foi observada para o tratamento com sorbitol, enquanto o maior ganho de sólidos (9,93%) foi obtido no tratamento com sacarose, uma maior perda de peso (23,91%) também foi encontrada para a desidratação com sorbitol.

Com os dados da avaliação colorimétrica conclui-se que houve uma redução do parâmetro L* (luminosidade) após todos os tratamentos.

Com a análise sensorial conclui-se que as amostras não diferiram quanto a textura e a percepção do sabor ácido, porém no parâmetro sabor doce as amostras tratadas com sacarose e sorbitol diferiram significativamente da manga *in natura* desidratada, devido a incorporação dos solutos.

O tratamento com sorbitol se mostrou mais eficiente na desidratação osmótica, pois apresentou maior perda de água em relação ao tratamento com sacarose.

Em função dos dados obtidos neste estudo pode-se concluir que o sorbitol e a sacarose podem ser utilizados como agente osmótico, e se apresentaram com uma percepção de doçura superior ao tratamento controle.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para realização de trabalhos futuros sugere-se:

Análise estrutural dos produtos osmoticamente desidratados.

Testes com outros edulcorantes e açúcares para o pré-tratamento osmótico.

Estudo da alteração das variáveis como outras concentrações, temperaturas, geometria das amostras, diferentes tempos de trabalho e condições de operação.

Aplicação do produto osmoticamente desidratado em produtos de panificação, como panetones, biscoitos e pães doces recheados e análise da aceitação desses novos produtos.

Aplicação de outros métodos de secagem, tais como microondas, secagem a vácuo e estudo das cinéticas de cada método.

Testar açúcar natural ou açúcar mascavo com agente osmótico.

Realizar um estudo dos resíduos, cascas e caroços, do processamento de mangas.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14140: Alimentos e bebidas – Teste de análise descritiva quantitativa (ADQ)**. Rio de Janeiro, 1998a. 5p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1998b. 3p.

ALMEIDA, T.D. **Estudo sobre a saturação de frutas tropicais com açúcares**. Dissertação de mestrado em tecnologia de alimentos, UNICAMP, 1980. 69p.

ALVES, D. G. **Obtenção de acerola (*Malpighia punicifolia* L.) em passa utilizando processos combinados de desidratação osmótica e secagem**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, 2003. 149p.

ANGELINI, R. **Desidratação osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa* L.) estudo da reutilização da solução osmótica**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos, UNICAMP. Campinas, 2002. p. 3-40; 59-71.

ANTONIO, G. C. **Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de banana nanica (*Musa cavendishi*) e de mamão formosa (*Carica papaya* L.)**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos. UNICAMP, 2002. 104p.

AZOUBEL, P. M. **Desidratação osmótica e secagem de tomate cereja (*Lycopersicum esculentum*, var. *Cerasiforme*)**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 1999. 102p.

BELA ISCHIA Ind. Com. de Polpa e Fruta Congelada Ltda **Manga**. Minas Gerais. Disponível em< www.belaischia.com.br>. Acesso em 30/06/2004.

BERBARI, S. A. G.; MENEGALE, L. L. C.; ALMEIDA, M. E. Processamento e controle de qualidade de frutas cristalizadas. **Higiene Alimentar**, v. 6, n. 24, 1992. p.28-30.

BILHALVA, A B. **Contribuição ao estudo da saturação de frutas com açúcares**. Dissertação de Mestrado em Ciências em Tecnologia de Alimentos, UNICAMP. 1976. 69p.

BILLAUX, M.S.; FLOURIE, B.; JACQUEMIN, C.; MESSING, B. Sugar alcohols. IN: MARIE, S. PIGGOTT, J.R. **Handbook of Sweeteners**. London: Blackie and Son Ltd. 1991. 243 p.

BORGES, S. V.; MENEGALLI, F. C. Influência da desidratação osmótica sobre a cinética de secagem de manga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.4. abr.1994. p.637-642.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M. Análise físico química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico solar. **Revista Brasileira De Fruticultura**. v.25.n.1. Jaboticabal. Dez.2003.p.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução nº 12 de 1978. Fixa os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas) constantes desta Resolução. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** de 24 de julho de 1978. Disponível na World Wide Web: <http://www.anvisa.gov.br>. Consultado em 10/09/2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução nº 15 de 1977. Estabelece o padrão de identidade e qualidade para frutas cristalizadas e glaceadas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** de 15 de julho de 1977. Disponível na World Wide Web: <http://www.anvisa.gov.br>. Consultado em 10/09/2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução nº 3 de 2001. Regulamento Técnico que aprova o uso de Aditivos Edulcorantes, Estabelecendo seus Limites

Máximos para os Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** de 02 de janeiro de 2001. Disponível na World Wide Web: <http://www.anvisa.gov.br>. Consultado em 18/01/2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução nº 271 de 2005. Fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os Açúcares e Produtos para Adoçar. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** de 22 de setembro de 2005. Disponível na World Wide Web: <http://www.anvisa.gov.br>. Consultado em 18/01/2006.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para Fins Especiais: Dietéticos**. São Paulo: Varela. 1996. 423p.

CARDELLO, H. M. A. B., DA SILVA, M. A., DAMÁSIO, M. H.. Análise Descritiva e Quantitativa de Edulcorantes em Diferentes Concentrações. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.20, n.3, Campinas. set./dez. 2000. p. 318 – 328.

_____.Análise Descritiva Quantitativa de Edulcorantes em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 10% em pH Neutro e Ácido.In:ALMEIDA, T.C.A. *et al.*. **Avanços em Análise Sensorial**.São Paulo. 1999. p. 213-226.

CARDELLO, H. M. A. B.; MORAES, M. A. C. Análise sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden em pedaços, processada e congelada. **Alimentos e Nutrição**, Marília, v.8. 1997. p.27-38.

CARDELLO, H. M. A. B.; MORAES, M. A. C.; CARDELLO, L. Ácido áscorbico e ascorbato oxidase em manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden processada e congelada. **Alimentos & Nutrição**, São Paulo, v. 5.1993/94. p. 65-75.

CASTRO, A. G. P. de. FRANCO, L. J. Caracterização do Consumo de Adoçantes Alternativos e Produtos Dietéticos por Indivíduos Diabéticos. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.** Departamento de Medicina Preventiva, Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM), São Paulo, SP. v. 46. n. 3. Junho 2002.p.280-287

COCOZZA, F. **Maturação e conservação de manga *Tommy Atkins* submetida a aplicação pós colheita de –metilciclopropeno**. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola,. Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP. Campinas, 2003. 198p.

CREMASCO, M. A. **Fundamentos de transferência de massa**. Campinas:Unicamp. 2º ed. 2002. p. 252-258.

CRUESS, W. V.. **Produtos Industriais de Frutas e Hortalças**. São Paulo: Edgard Blücher, v. I.1973a. p. 41-45.

_____. **Produtos Industriais de Frutas e Hortalças**. São Paulo: Edgard Blücher, v. II.1973b. p. 462-471.

CRUZ, G. A. **Desidratação de Alimentos**. São Paulo: Globo S.A., 2º edição. 1990. 208 p.

DISSAT, C.; SANTOS. Saiba Mais Sobre os Adoçantes. **Boletim da SBD** – Sociedade Brasileira de Diabetes. Disponível na World Wide Web: http://www.diabetes.org.br/Diabetes/info_pacientes/selecoes/s21.htm. Consultado em 18/03/04

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

DWIVEDI, B. K. Sorbitol and Manitol. IN: NABORS, Lyn O'Brien; GELARDI, Robert C. **Alternative Sweeteners**. 2ºed. New York:Marcel Dekker inc.1991. 425p.

EL-AQUAR, Â. A.; MURR, F. E. X. Estudo e Modelagem da Cinética de Desidratação Osmótica do Mamão Formosa (*Carica papaya* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.1. jan-abr 2003. p. 69-75.

EL-AQUAR, A. A. **Avaliação do processo combinado de desidratação osmótica e secagem na qualidade de cubos de Mamão Formosa (*Carica papaya* L.)**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 2001. 113p.

ERBA, M.L.; FORNI, E.; COLONELLO, A.;GIANGIACOMO, R. Influence of sugar composition and air dehydration levels on the chemical-physical characteristics of osmodehydrofrozen fruit. **Food Chemistry**. Barkin, v.50, n.1.1994.p.69-73.

FAO. **Datos agrícolas de FAOSTAT** – produção – cultivos primários – manga. Disponível na World Wide Web: [www: http://apps.fao.org](http://apps.fao.org). Consultado em 10 de janeiro de 2005

FENNEMA, O. R. **Química de los Alimentos**. 2º edição. Zaragoza: Acribia. 2000. p.938-947.

FERRAZ, M. A.; SILVA, C. A. B.; VILELA, P. S. **Programa de Desenvolvimento da Fruticultura no Estado de Minas Gerais**: Caracterização da Agroindústria de Frutas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, nov/2002. 17p. Disponível em <<http://www.faemg.org.br/arquivos/AgroindustriasMG.pdf>>. Consultado em 29/06/2004

FERREIRA, V. F., SILVA, F. C. e PERRONE, C. C. Sacarose no laboratório de química orgânica de graduação. **Química Nova**, v.24, n.6. nov./dez. 2001. p.905-907.

FOSSILE JÚNIOR, J. Aditivos Alimentares. **Boletim Duas Rodas Acontece**, Ano II, Número10, dezembro de 2001/ janeiro de 2002. p. 07.

FREIRE, M. do C. M., CANNON, G. e SHEIHAM, A. Análise das recomendações internacionais sobre o consumo de açúcares publicadas entre 1961 e 1991. **Revista de. Saúde Pública**. v.28, n.3, jun. 1994. p.228-237.

GARCIA DE LA CRUZ, A. **Desidratação osmótica e secagem de beringela**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 1998. 155p.

GUERREIRO, L. F.; CAVALCANTE, R.; MACEDO, W. **Manga**. Bahia: Agência de Fomento do Estado da Bahia – Desembahia, 2001. 14 p. Estudo de mercado

GROSSO, A. L. Candies and glaces fruit. **Refineas de Maiz S.A.I.C.**, Argentina, 1972, 169p.

HOFF, M. V. Light ou Diet? **Boletim Duas Rodas Acontece**, Ano III, Número11, Fevereiro e março de 2002. p. 02.

IAL - NORMAS ANALITICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: O Instituto. v.I. 1985. p. 21– 39; 46 – 51; 153 – 167; 179 – 188.

ICMSF. **Microbial Ecology of Foods**. V.1. Factors affecting life and death of microorganisms. New York, Academic Press. 1980. 332p

ISLAM, M.N.; FLINK, J.N. Dehydration of potato. **Journal Food Technology**. V.17.nº3.1982.p.387-403

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Ícone, 1988, p. 61- 83 190 p.

JENA, S.; DAS, H. Modelling for moisture variation during osmo-concentration in apple and pineapple. **Journal of Food Engineering**, v.66, 2005p. 425-432.

KANESHIRO, M. A. B. JERONIMO, E. M.; PARO, R. M.; MARQUES, M. O.; BERTINI, E. F.; TOSTES, D. R. D. Efeito de embalagem no armazenamento refrigerado de manga (*Mangifera indica* L.). In: **SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS**, Campinas, 1995. Anais. Campinas: FEA, 1995, p.94.

KINGHORN, A. D.; SOEJARTO, D. D. Stevioside. IN NABORS, Lyn O'Brien; GELARDI, Robert C. **Alternative Sweeteners**. 2ºed. New York:Marcel Dekker inc.1991. 425p.

KOEHLER, H. S. **Estatística experimental**. Curitiba: UFPR, 1999. 124p.

KONKEL, F. E., OLIVEIRA, S. M. R. de, SIMOES, D. R. S.; DEMIATE, I. M. Sensory evaluation of doce de leite with different concentrations of starch. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2. Abril/Junho 2004. p.249-254.

LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: Technology and application. **Drying technology**, v. 14. 1996.p. 391-413.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V.24, n.2 Campinas, abr/jun 2004

LOZANO, J. E.; IBARZ, A. Colour changes in Concentrated Fruit Pulp during Heating at High Temperatures. **Journal of Food Engineering**. v. 31. 1997. p. 365-373

MACCARTHY, D. **Concentration and Drying of Foods**. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1986. p.293-301.

MACDOUGALL, D. B. **Colour in food**. CRC Press. Cambridge. 2002. p.211.

MARTIM, N. S. P.P. **Álbum de fotos**. – referente à dissertação de mestrado: Estudo das Características de Processamento da Manga (*Mangifera indica* L.) desidratada. Setembro, 2005.

MATUSKA, M.; LENART, A.; LAZARIDES, H. N. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. **Journal of Food Engineering**. v.72. 2006. p. 85-91.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2.ed. Florida: CRC Press, 1991. 394p.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY, **MSTATC**, versão 2.10, East Lansing, MI, 1989, 2 disquetes, 3^{1/2} pol., MSDOS.

MIZRAHI, S.; EICHLER, S.; RAMON, O. Osmotic dehydration phenomena in gel systems. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2-3. 2001.p.87-96.

MOURA, C. P. de. **Aplicação de Redes Neurais para predição e otimização do processo de secagem de yacon (polymnia sonchifolia) com pré-tratamento osmótico**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2004. 100p.

MÚJICA-PAZ, H. VALDEZ-FRAGOSO, A.; LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI-CHANES, J. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effects of the vacuum pressure and syrup concentration. **Journal of Food Engineering**. Nº 57. 2003. p.305-314.

MULTON, J.L. **Aditivos y auxiliares de fabricación em lãs industrias agroalimentárias**. Zaragoza: Acribia. Capitulo 3 – Edulcorantes de alto poder edulcorante. 1988. p.257-273.

NASCENTE, A. S. **A fruticultura no Brasil**. Site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Rondônia. Artigos Técnicos -2003. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/Artigos/frut_brasil.html. Acesso em 15/02/2006

NICOL, W.M. The carbohydrate – sucrose. IN: MARIE, S. PIGGOTT, J.R. **Handbook of Sweeteners**. London: Blackie and Son Ltd. 1991, 243 p.

PACHIONE, R. Indústria do diet engorda as vendas. **Revista de Química**. Edição nº421 de 21 de novembro de 2003. Disponível na. <http://www.quimica.com.br/revista/qd419/edulcorantes1.htm>. Consultado em 18/03/2004

PELAEZ, V. A dinâmica econômica da inovação no campo dos edulcorantes sintéticos. **Caderno de Ciências e Tecnologia**. Brasília. v. 10. n.1/3 .1993. p.93-117

PEREIRA, L. M. **Acondicionamento de goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica em embalagens sob atmosfera modificada**. Campinas,

Faculdade de Engenharia de Alimentos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 2002. 159p.

PINA, M. G. M., MAIA, G. A., SOUZA FILHO, M. de S. M. de; FIGUEIREDO, R. W.; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e conservação de manga por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**. [online]. abr. 2003, vol.25, no.1, p.63-66. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 19/01/05

PINTO, A. C. de Q. A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, dez. 2002. Disponível em: <www.scielo.br> Acesso em: 05/04/2004.

PONTING, J. D. WALTERS, G. G.; FORREY, R. R.; JACKSON, R.; STANLEY, W. L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Technology**. V. 20. nº 10. outubro 1966. p. 125-130.

PORTO, F. O saboroso mercado de produtos Light. **Boletim Duas Rodas Acontece**, Ano III, Número 11, Fevereiro e março de 2002. p. 02.

PROTHON, F.; AHRNÉ, L. M.; FUNEBO, T.; KIDMAN, S.; LANGTON, M. SJÖHOLM, I. Effects of combined osmotic and microwave dehydration of apple on texture, microstructure and rehydration characteristics. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.34. 2001. p. 95-101.

RIBEIRO, M. S. e SABAA-SRUR, A. U.O. Saturação de manga (*Mangifera indica* L.) variedade Rosa com açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.19, n.1. Jan./Abr. 1999. p.118-122.

ROBINSON, D. **Bioquímica y Valor Nutritivo de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia. 1991 p.3-15.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; ALVEZ, M. Z. . Uso do Índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga *Tommy Atkins*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2. 2001. p.302-305.

SABLANI, S. S.; RAHMAN, M. S. Effect of syrup concentration, temperature and sample geometry on equilibrium distribution coefficients during osmotic dehydration of mango. **Food Research International**. v.36. mar. 2002. p.65-71.

SANJINÉZ-ARGANDOÑA, E. J. **Desidratação de Goiaba (*Psidium guajava* L.) por imersão e secagem**. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 1999. 102p.

SANTOS, C. de N. P. dos. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Campinas, 2003. 79 p.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L.; SANJINÉZ-ARGANDOÑA, E. J. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.24, n.4, Campinas, out./dez. 2004. p.149-156.

SOLER, M. P. **Industrialização de frutas**. Manual técnico número 08 do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campina: ITAL, 1991, p. 24 – 30, 112 -113.

_____; *et al.* **Curso de Conservas de Frutas**. Campinas: ITAL, 1982. p.I.4 - I.5, II.7 - II.9, III.76 - III.78.

_____; *et al.* **Frutas – compotas, doce em massa, geléias e frutas cristalizadas para micro e pequena empresa**. Campinas: ITAL, 1995. 73p

SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. de S. A. M.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA, A. C. R. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25, n.3. Jaboticabal. Dez. 2003. p.414-416.

SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. de S. M.; LIMA, A. S. Cinética de Desidratação Osmótica de Manga.

Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias. Ponta Grossa.v. 10, n.2, 2004, p.37-44.

SUGAI, Á. Y. **Processamento descontínuo de purê de manga (mangifera indica Linn.), variedade haden: estudo da viabilidade do produto para pronto consumo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002. 82 p.

TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, 2005. p. 78-85.

TASSARA, H.; SILVA, S. GOMES, P. **Manga.** Frutas no Brasil Disponível em<<http://www.bibvirt.futuro.usp.br> >consultado em 30/06/2004

TEDJO, W.; TAIWO, K. A., ESHTIAGHI, M. N.; KNORR, D. Comparison of pretreatment methods on water and solid diffusion kinetics of osmotically dehydrated mangos. **Journal of Food Engineering**. nº 53. 2002. p. 133-142

TODA FRUTA – Site. **Características da Manga** – Matéria Frutas de A à Z.. Data Edição: 14/03/03a Disponível em Disponível em: <www.todafruta.com.br> Acesso em: 05/08/2004.

_____ – Site. **Variedades de Manga** – Matéria Frutas de A à Z Data Edição: 14/03/03b Disponível em Disponível em: <www.todafruta.com.br> Acesso em: 05/08/2004.

TORREGGIANI, D.. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**. n.26. 1993. p. 59-68

TREGUNNO, N. B; GOFF, H. D. Osmodehydrofreezing of apples: structural and textural effects. **Food Research International**, v.29. 1996. p. 471-479.